Experimentelle Untersuchungen über die Händedesinfektion mit Alkohol.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

einer hohen medizinischen Fakultät der Universität Leipzig

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

vorgelegt von

Ernst Kannengießer

Oberarzt

im Feldartillerieregiment „von Scharnhorst" (1. Hannoversches) Nr. 10 in Hannover.

Borna - Leipzig

Buchdruckerei Robert Noske

1909.

Der medizinischen Fakultät zu Leipzig vorgelegt und zum Druck genehmigt am 8. Dezember 1909.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hofmann.

Meinen Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546827_0129

Literaturverzeichnis.

Forster, Wie soll der Arzt seine Hände reinigen? Im Zentralblatt für klinische Medizin 1885 Nr. 18.

Kümmell, Die Bedeutung der Luft- und Kontaktinfektion für die praktische Chirurgie. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 14. Kongreß, Berlin 1885, und Archiv für klinische Chirurgie Bd. 23 1886.

Kümmell, Wie soll der Arzt seine Hände desinfizieren? Im Zentralblatt für Chirurgie 1886.

Fürbringer, Untersuchungen und Vorschriften über die Händedesinfektion des Arztes. Wiesbaden 1888.

Landsberg, Zur Desinfektion der menschlichen Haut. Diss. Breslau 1888. (Neißersche Klinik.)

Geppert, Zur Lehre von den Antisepticis. In der Berliner klinischen Wochenschrift 1889 Nr. 36 u. 37.

Geppert, Über desinfizierende Mittel und Methoden. In der Berliner klinischen Wochenschrift 1890 Nr. 11, 12 u. 13.

Boll, Zur Desinfektion der Hände. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1890 Nr. 17.

Preindlsberger, Zur Kenntnis der Bakterien des Unternagelraumes und zur Desinfektion der Hände. Wien 1891.

Kroenig, Versuche über Spiritusdesinfektion der Hände. Im Zentralblatt für Gynäkologie 1894 Nr. 52.

Reinicke, Bakteriologische Untersuchungen über die Desinfektion der Hände. Im Zentralblatt für Gynäkologie 1894 Bd. 2.

Ahlfeld, Welche Faktoren sind bei der Desinfektion der Hände zu berücksichtigen? In der Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie 1895 S. 262.

Ahlfeld, Die Desinfektion der Finger und der Hand vor geburtshilflichen Untersuchungen und Eingriffen. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1895 Nr. 51.

Fürbringer, Die neuesten experimentellen Grundlagen der Händedesinfektion. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1895 Nr. 3.

Reinicke, Bakteriologische Untersuchungen über die Desinfektion der Hände. Im Archiv für Gynäkologie 1895 Bd. 49 Heft 3 S. 515—558.

Schaeffer, Über die Desinfektion der Hände. In den Therapeutischen Monatsheften Juli 1895 Heft 7.

Poten, Versuche über die Desinfektion der Hände. In der Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie 1895 Bd. 2.

Ahlfeld und **Vahle,** Die Wirkung des Alkohols bei der geburtshilflichen Desinfektion. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1896 Nr. 6.

Ahlfeld und **Vahle,** Einige Bemerkungen zur Arbeit von Leedham-Green. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1896 Nr. 23.

Paul und **Kroenig,** Über das Verhalten der Bakterien zu chemischen Reagentien. In der Zeitschrift für physikalische Chemie 1896 Bd. 21 Nr. 3.

Epstein, Zur Frage der Alkoholdesinfektion. In der Zeitschrift für Hygiene 1897 Bd. 24.

Fürbringer und **Freyhan,** Neue Untersuchungen über die Desinfektion der Hände. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1897 Nr. 6.

Poten, Die chirurgische Asepsis der Hände. Berlin 1897.

v. Mikulicz, Über die neuesten Bestrebungen, die aseptische Wundbehandlung zu vervollkommnen. In den Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1898 und im Zentralblatt für Chirurgie 1898 Nr. 26.

Minervini, Über die bakterizide Wirkung des Alkohols. In der Zeitschrift für Hygiene 1898 Bd. 29.

Friedrich, Kurze Bemerkungen zum Gebrauch dünner, nahtloser Gummihandschuhe für gelegentliche Operationszwecke. Im Zentralblatt für Chirurgie 1898.

Dührssen, Diskussionsbemerkungen zu dem Vortrage Schaeffers: Asepsis bei Laparotomien. In den Verhandlungen der Berliner medizinischen Gesellschaft 1898.

Gottstein und **Blumberg,** Inwieweit können wir unsere Hände sterilisieren? In der Berliner klinischen Wochenschrift 1899 Nr. 34.

Kroenig, Welche Anforderungen sollen wir an bakteriologische Untersuchungen über Händedesinfektion stellen? Im Zentralblatt für Gynäkologie 1899 Nr. 45.

Paul und **Sarwey,** Experimentaluntersuchungen über Hautdesinfektion. In der Münchener medizinischen Wochenschrift 1899 Nr. 49.

Senger, Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Erzielung der Hautsterilität. In den Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1899.

Schleich, Neue Methoden der Wundheilung. Berlin 1899.

Stähler und **Winkler,** Untersuchungen über den Bakteriengehalt des puerperalen Uterus. In der Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie 1899.

v. Mikulicz, Die Desinfektion der Haut und der Hände mit Seifenspiritus. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1899 Nr. 24.

Haegler, Händereinigung. Händedesinfektion und Händeschutz. Basel 1900.

Hanel, Über die Wirkung des Spiritus saponatus officin. auf Mikroorganismen und seine Verwendbarkeit zur Desinfektion der Hände und der Haut. In den Beiträgen zur klinischen Chirurgie Bd. 26 Heft 2 Tübingen 1900.

Vollbrecht, Hände- und Hautdesinfektion mittels Seifenspiritus. In der Deutschen militärärztlichen Zeitschrift 1900 Nr. 1.

Paul und **Sarwey,** Experimentaluntersuchungen über Hautdesinfektion. In der Münchener medizinischen Wochenschrift 1900 Nr. 28.

Kroenig und **Blumberg,** Beiträge zur Händedesinfektion. Leipzig 1900.

Salzwedel und **Elsner** in der Berliner klinischen Wochenschrift 1900 Nr. 23.

Schaeffer, Experimentelle und kritische Beiträge zur Händedesinfektionsfrage. Berlin 1902.

Schaeffer, Der Alkohol als Händedesinfektionsmittel. In der Berliner klinischen Wochenschrift 1902 Nr. 9 u. 10.

Sarwey, Bakteriologische Bemerkungen zur Heißwasser-Alkoholdesinfektion. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1905 Nr. 1.

Engels, Die Desinfektion der Hände. Jena 1905.

Döderlein, Ein neuer Vorschlag zur Erzielung keimfreier Operationswunden. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1906 Nr. 19.

Igersheim, Über die bakterizide Kraft des 60 %igen Äthylalkohols. Im Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 1906 Bd. 40.

Schumburg, Versuche über Händedesinfektion. Im Archiv für klinische Chirurgie 1906 Bd. 79 Heft 1.

v. Herff, Über den Wert der Heißwasser-Alkoholdesinfektion für die Geburtshilfe wie für den Wundschutz von Bauchwunden. In der Münchener medizinischen Wochenschrift 1906 Nr. 30.

Schumburg, Neuere Erfahrungen über Händedesinfektion. In der Zeitschrift für ärztliche Fortbildung 1907 Nr. 19.

v. Herff, Besserung der Desinfektion in der Hauspraxis. In der Münchener medizinischen Wochenschrift 1907.

Klapp und **Dönitz,** Über Chirosoter. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1907.

Heusner, Über verschiedene Anwendungsweisen meines Harzklebeverbandes. In der Zeitschrift für orthopädische Chirurgie 1907 Bd. 17.

Schumburg, Die Händedesinfektion nur mit Alkohol. In der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1908 Nr. 8.

Wederhake, Desinfektion der Hände und der Haut mittels Jodtetrachlorkohlenstoff und Dermagummit. In der medizinischen Klinik 1908 Nr. 33.

Meißner, Über Hautdesinfektion nur mit Alkohol. In den Beiträgen zur klinischen Chirurgie 1908 Bd. 58 Heft 1.

Oeri, Untersuchungen über die Desinfektion mit Aceton-Alkoholgemisch nach v. Herff. In der Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie 1908 Bd. 63 Heft 3.

Heck, Prüfungen der Wirksamkeit neuerer Alkoholdesinfektionsmethoden der Hände in Laboratoriumsversuchen und bei Operationen. In den Arbeiten aus dem Institut zur Erforschung der Infektionskrankheiten in Bern und aus den Laboratorien des Schweizer Serum- und Impfinstitutes 1906 Heft 3.

Das Verdienst, auf die Bedeutung des Alkohols als integrierenden Faktor bei der Händedesinfektion zuerst aufmerksam gemacht zu haben, gebührt unstreitig Fürbringer.[1]) In seiner 1888 erschienenen Schrift: „Untersuchungen und Vorschriften über die Desinfektion der Hände des Arztes nebst Bemerkungen über den bakteriologischen Charakter des Nagelschmutzes" schreibt er ihm neben der Seifenwaschung den „Löwenanteil" an dem Desinfektionserfolge zu. Erlangte er doch mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit bei seiner Methode (Seife-Alkohol- 2‰ Sublimat- oder 3% Karbolsäure-Lösung) vollständige Keimfreiheit der Hände innerhalb 3—4 Minuten.

Seitdem hat eine große Reihe von Fachleuten Untersuchungen über den Wert des Alkohols als Händedesinfektionsmittel angestellt, die mit wenigen Ausnahmen ein für den Alkohol günstiges Resultat ergeben haben.

Freilich sind die meisten Autoren, die diese Versuche anstellten, der Ansicht, daß der Alkohol nur neben der Seifenwaschung und den üblichen antiseptischen Lösungen zur Händedesinfektion verwandt werden solle. Einige andere, z. B. Ahlfeld,[2]) Schaeffer,[3]) Poten,[4]) v. Herff[5]) u. a. verzichten zwar auf ein der Alkoholdesinfektion nachfolgendes Antiseptikum, wollen aber nicht die vorherige gründliche Heißwasser-Seifenwaschung aufgeben. Sie sehen vielmehr gerade darin die unerläßliche Vorbereitung der Haut für die sich anschließende Alkoholwaschung. Unter den mehr als 1000 Versuchen, die Ahlfeld[6]) anstellte, erlangte er mit Seifen und Bürsten nur in 14% Sterilität, mit nachfolgender Anwendung eines Desinfiziens in 66%, nach Fürbringers Methode in

---

[1]) Fürbringer, Untersuchungen und Vorschriften über die Desinfektion der Hände des Arztes nebst Bemerkungen über den bakteriologischen Charakter des Nagelschmutzes, Wiesbaden 1888 S. 31.

[2]) F. Ahlfeld, Welche Faktoren sind bei der Desinfektion der Hände zu berücksichtigen? Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1895 S. 262; derselbe, Die Desinfektion der Finger und der Hand vor geburtshilflichen Untersuchungen und Eingriffen, Deutsche med. Wochenschr. 1895 Nr. 51; derselbe u. Vahle, Die Wirkung des Alkohols bei der geburtshilflichen Desinfektion, Deutsche med. Wochenschr. 1896 Nr. 6; F. Ahlfeld, Einige Bemerkungen zur Arbeit von Leedham-Green, Deutsche med. Wochenschr. 1896 Nr. 23.

[3]) R. Schaeffer, Experimentelle und kritische Beiträge zur Händedesinfektionsfrage, Berlin 1902; derselbe, Der Alkohol als Händedesinfektionsmittel, Berliner klin. Wochenschr. 1902 Nr. 9 u. 10.

[4]) Poten, Versuche über die Desinfektion der Hände, Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1895 Bd. 2; derselbe, Die chirurgische Asepsis der Hände, Berlin 1897.

[5]) v. Herff, Über den Wert der Heißwasser-Alkoholdesinfektion für die Geburtshilfe wie für den Wundschutz von Bauchwunden, Münch. med. Wochenschr. 1906 Nr. 30.

[6]) l. c.

70—82%, nach 3—5 Minuten langem Seifenbürsten und 2—3 Minuten währender Alhokolwaschung mit Flanelllappen ohne weiteres Antiseptikum in 90—98%, ein Resultat, das auch den Ergebnissen Reinickes[1]) entsprach, der wohl als erster die Schnelldesinfektion mit Alkohol allein bereits 1894 empfohlen hat. Bei der alleinigen 5 Minuten langen Verwendung des Alkohols nach der Art der 1894 von Reinicke empfohlenen Schnelldesinfektion sah Ahlfeld hingegen nur bei geeigneten Fingern und in der Ausführung von Desinfektionen Geübten gute, aber nicht immer sichere Resultate.

In dem Bestreben, den Desinfektionsakt möglichst, d. h. ohne Verminderung seiner Wirksamkeit, zu vereinfachen und die Dauer desselben zu verkürzen, kam v. Mikulicz[2]) auf den Gedanken, die Seifenwaschung und die Alkoholdesinfektion zu vereinigen, und empfahl auf Grund seiner Versuche, mit ihm auch Hanel[3]) und Vollbrecht,[4]) den Seifenspiritus als alleiniges Desinfiziens. Die besten Resultate hatte v. Mikulicz durch 5 Minuten langes Bürsten mit kaltem Spiritus saponato-calinus ohne vorherige Seifenwaschung erzielt, wodurch er in mehr als 40% vollkommene Sterilität der Hände, in den übrigen Versuchen eine dieser fast nahekommende Keimverminderung erreichte. Paul und Sarwey[5]) kamen zu dem Schlusse, daß sich zwar durch dieses Verfahren die Hände nicht keimfrei machen ließen, daß es aber der Ahlfeldschen an Desinfektionskraft mindestens gleichkomme. Daneben hatte aber die Seifenspiritusdesinfektion vor der bis dahin meist gebräuchlichen Fürbringerschen Methode (Seife, Alkohol, Sublimat) und der Ahlfeldschen (die auf das Sublimat verzichtete) einerseits den Vorteil der Einheitlichkeit des Waschmittels und andererseits den der Zeitersparnis voraus. Ließ sich nun noch die viele Hände erheblich angreifende Verwendung der harten Bürste, die gleiche desinfizierende Wirkung vorausgesetzt, etwa durch Benutzung von Wattebäuschen oder Mulltupfern vermeiden, so mußte der Seifenspiritus als einfaches, schnelles und schonendes Desinfektionsmittel dem Fachchirurgen wie dem Praktiker, besonders aber dem Kriegschirurgen höchst willkommen sein.

Diesbezügliche Versuche von Schumburg[6]) gaben zwar recht annehmbare Resultate, nach 5 Minuten meist eine Keimverminderung um oder über 90%, aber weitergehende Experimente Schumburgs,

---

[1]) Reinicke, Bakteriologische Untersuchungen über die Desinfektion der Hände, Zentralbl. f. Gynäk. 1894 Bd. 2 S. 1189; derselbe, Bakteriologische Untersuchungen über die Desinfektion der Hände, Arch. f. Gynäk. 1895 Bd. 49 Heft 3 S. 515—558.

[2]) v. Mikulicz, Über die neuesten Bestrebungen, die aseptische Wundbehandlung zu vervollkommnen, Verhandl. d. Deutschen Gesellsch. f. Chir. 1898 (Zentralbl. f. Chir. 1898 Nr. 26); derselbe, Die Desinfektion der Haut und der Hände mit Seifenspiritus, Deutsche med. Wochenschr. 1899 Nr. 24.

[3]) Hanel, Über die Wirkung des Spiritus saponatus officin. auf Mikroorganismen und seine Verwendbarkeit zur Desinfektion der Hände und der Haut, Beitr. z. klin. Chir., Tübingen 1900, Bd. 26 Heft 2.

[4]) Vollbrecht, Hände- und Hautdesinfektion mittels Seifenspiritus, Deutsche militärärztliche Zeitschr. 1900 Nr. 1.

[5]) Paul u. Sarwey, Experimentaluntersuchungen über Hautdesinfektion, Münch. med. Wochenschr. 1900 Nr. 28.

[6]) Schumburg, Versuche über Händedesinfektion, Arch. f. klin. Chir. 1906 Bd. 79 Heft 1 Sep.-Abdr. S. 44ff.; derselbe, Neuere Erfahrungen über Händedesinfektion, Zeitschr. f. ärztliche Fortbildung 1907 Nr. 19 Sep.-Abdr. S. 2.

die die Bedeutung des Alkohols für die Händedesinfektion wieder in das rechte Licht gebracht haben, zeigten, daß der hochprozentige Alkohol allein, ohne Seifenzusatz und ohne vorausgegangene Seifenwaschung, ja daß auch gewöhnlicher Brennspiritus nicht nur dasselbe leisteten, sondern sich sogar noch besser bewährten als der Seifenspiritus. Schumburg konnte nämlich bei der Desinfektion nur mit Alkohol fast in jedem Falle eine Keimverminderung von 99%, oft von 99,99% feststellen, während der Keimgehalt der Hände selbst nach absolut steril durchgeführtem 15—20 Minuten langem Seifen meist kaum verringert, häufig dagegen noch höher war als vor dem Seifen. Die größte Keimverminderung bewirkte neben dem reinen Alkohol und dem denaturierten Spiritus eine von Schumburg zusammengestellte und als wirksam erprobte Mischung. Diese bestand aus zwei Teilen Alkohol, einem Teil Äther und ½% Salpetersäure und ergab bei 1—3 Minuten langem Abreiben mittels Wattebäuschen und in einer Menge von 150—200 ccm fast durchweg eine Keimverminderung von 99,9%. Auch in der Praxis hat sich diese Lösung bewährt und Vorzügliches geleistet. Da sie sich jedoch einzelnen Chirurgen bei täglich mehrmaliger Anwendung als für die Hände nicht schonend genug erwies, hat Schumburg[1]) in späteren Mitteilungen, auch mit Rücksicht auf die Feuergefährlichkeit und den hohen Preis des Äthers, auf dessen Zusatz verzichtet und ist für die Desinfektion mit Alkohol allein eingetreten, mit einem eventuellen Zusatz von ½% Salpetersäure, die neben ihrer keimtötenden Wirkung das Spröde- und Rissigwerden der Haut verhindern soll, oder von 1% Formalin, vorzüglich zur Erhöhung der härtenden Wirkung des Alkohols.[2])

In jüngster Zeit haben Meißner,[3]) Heck und Tomarkin,[4]) v. Herff[5]) und Oeri[6]) ebenfalls eingehende Untersuchungen über Hautdesinfektion mit Alkohol, Alkohol und Aceton sowie mit Schumburgscher Mischung angestellt und sind damit zu äußerst befriedigenden Resultaten gekommen, nicht nur was die Ergebnisse der bakteriologischen Prüfung anbelangt, sondern auch hinsichtlich der klinischen Erfahrungen. Meißner[7]) konnte die Überlegenheit der reinen Alkoholdesinfektion (5 Minuten) gegenüber der Ahlfeldschen, auch bezüglich der Dauerwirkung, feststellen. Er desinfizierte u. a. auch das Operationsfeld nur mit Alkohol und beobachtete sowohl bakteriologisch nach dem Hautschnitt eine außerordentliche, tiefgehende Keimarmut als auch ganz vorzügliche praktische Resultate: „Aseptische Operationen heilen ausnahmslos per primam; selbst die Stichkanaleiterungen, die früher ab und zu vorkamen, sind geradezu

---

[1]) Schumburg, Die Händedesinfektion nur mit Alkohol, Deutsche med. Wochenschr. 1908 Nr. 8 S. 330.

[2]) l. c.

[3]) Meißner, Über Hautdesinfektion nur mit Alkohol, Beitr. z. klin. Chir. Bd. 58 Heft 1 Sep.-Abdr.

[4]) Heck, Prüfungen der Wirksamkeit neuerer Alkoholdesinfektionsmethoden der Hände in Laboratoriumsversuchen und bei Operationen, Arbeiten aus dem Institut zur Erforschung der Infektionskrankheiten in Bern und aus den Laboratorien des Schweizer Serum- und Impfinstitutes 1909 Heft 3 Sep.-Abdr.

[5]) v. Herff, Besserung der Desinfektion in der Hauspraxis, Münch. med. Wochenschr. 1907 S. 1017.

[6]) Oeri, Untersuchungen über die Desinfektion mit einem Aceton-Alkoholgemisch nach v. Herff, Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1908 Bd. 63 Heft 3 S. 484.

[7]) l. c. S. 213.

Raritäten geworden". Nach länger dauernden Operationen oder Aufweichen der Hände in sterilem, heißem Wasser konnte er zwar eine Keimzunahme konstatieren, doch hielt sich dieselbe in durchaus mäßigen Grenzen. Heck,[1]) der sowohl die Schumburgsche saure Alkohol-Äthermischung wie den von v. Herff angegebenen Acetonalkohol ($^1/_3 : ^2/_3$) prüfte, fand, daß beide Präparate eine gleichmäßige rapide Keimverminderung hervorriefen, und daß die Zahlen der Keime nach der Desinfektion, während und nach der Operation (mit und ohne Handschuhe) sowie auf dem Operationsfeld selbst sich fast durchweg auf gleicher niedriger Höhe hielten. Dabei war der Acetonalkohol der Schumburgschen Mischung an Desinfektionskraft noch überlegen, doch griff er die Haut einzelner Versuchspersonen mehr an, während der Alkoholäther trotz vielfacher Wiederholung nicht die geringste Schädigung verursachte. Oeri,[2]) ein Schüler v. Herffs, verwendete zu seinen Versuchen Alkohol und Aceton zu gleichen Teilen. Seine Prüfungen erstrecken sich u. a. auf 60 Operationen (ohne Handschuhe). Die dabei gewonnenen Resultate stimmen mit Hecks und Tomarkins Befunden überein. Wenngleich somit bereits eine Reihe von Ergebnissen vorlagen, welche den Wert der Händedesinfektion allein mit Alkohol sicher bewiesen, so konnte es doch bei der großen Bedeutung, welche diese Methode wegen ihrer Einfachheit speziell für den Kriegschirurgen haben muß, für die Militärverwaltung nur erwünscht sein, durch erneute umfangreiche Experimente weitere Erfahrungen über diese Methode zu sammeln.

Angeregt durch Herrn Privatdozenten Stabsarzt Prof. Dr. Otto, Vorstand der bakteriologischen Abteilung der hygienisch-chemischen Untersuchungsstelle 10. Armeekorps, welche mit Arbeiten nach dieser Richtung hin beauftragt war, habe ich mich an diesen Arbeiten beteiligt und das Desinfektionsverfahren nur mit Alkohol einer nochmaligen experimentellen Prüfung unterzogen, über deren Ergebnisse im folgenden berichtet werden soll. Dabei war es natürlich gegeben, zum Vergleich der Wirksamkeit des Verfahrens auch andere Desinfektionsmethoden heranzuziehen.

Ehe ich auf die von uns angestellten Experimente näher eingehe, möchte ich einiges über die Forderungen, die an die Händedesinfektion gestellt werden müssen, vorausschicken sowie näher erörtern, in welcher Weise und wie weit man bei den bisherigen Versuchen diesen Postulaten gerecht geworden ist.

So wenig es bei der Natur des Objektes, insbesondere bei dem komplizierten Bau der regelmäßig bis in große Tiefen bakterienhaltigen Hautdrüsen, möglich ist, zuverlässig festzustellen, ob die Hand keimfrei ist, ebensowenig ist es aus dem gleichen Grunde möglich, durch mechanische Reinigung und chemische Desinfektion (und nur diese beiden Faktoren können bei der Hautdesinfektion in Betracht kommen) eine absolute Keimfreiheit der Hände zu erzielen. Wir müssen uns daher darauf beschränken, die Hände vermittels irgendeines Verfahrens so keimarm zu machen, daß sie „vom praktisch-chirurgischen Standpunkte

---

[1]) l. c. S. 17.
[2]) l. c.

aus steril", d. h. nahezu keimfrei sind. Diese Keimfreiheit braucht sich aber nach der neuerdings mehr und mehr Platz greifenden Anschauung nicht auf eine Abtötung sämtlicher, auch in den tiefsten Schichten der Haut befindlichen Keime zu erstrecken. Die Desinfektion erfüllt vielmehr ihren Zweck ebensogut, wenn durch sie die Keimabgabefähigkeit der Haut für die Dauer der Operation auf ein Minimum reduziert wird. Dahin zielen auch alle die neueren Bestrebungen, die die Hand mit einem impermeablen Überzug versehen wollen (Stearinfettschicht nach v. Herff, Gaudanin Döderleins,[1]) Chirosoter von Klapp und Dönitz,[2]) Harzklebestoff von Heusner,[3]) Dermagummit Wederhakes[4]) und last not least Friedrichscher[5]) Gummihandschuh).

Letzterer stellt ja, was die Keimabgabe von der Haut anbelangt, wenigstens für die Hände das Ideal dar, aber nicht ohne gewisse Nachteile zu bieten: leichte Zerreißbarkeit, hoher Kostenpunkt und die, wenn auch geringe, Beeinträchtigung der Tastempfindung und Geschicklichkeit. Kein Chirurg wird aber auch bei Verwendung der Gummihandschuhe auf jede vorherige Desinfektion verzichten können, da er ja nicht nur zum Anziehen der Handschuhe keimfreie Hände benötigt, sondern auch stets mit der Gefahr des Zerreißens während der Operation rechnen muß.

Der Fachchirurg braucht also bei wohlvorbereiteten Operationen ebenso wie bei plötzlich notwendigen Eingriffen, denen besonders häufig der Geburtshelfer, der Praktiker und der Kriegschirurg gegenübergestellt sind, nach wie vor noch ein Desinfektionsverfahren, und zwar wird diejenige Methode die geeignetste sein, welche bei größter Sicherheit am schnellsten und schonendsten arbeitet. Dabei ist es zunächst gleichgültig, ob die Bakterien von der Haut bis auf ein Minimum entfernt oder aber die Keimabgabefähigkeit der Haut soweit als möglich, jedenfalls in einer den praktischen Bedürfnissen genügenden Weise, für die Dauer der Operation vermindert wird. Von Bedeutung wird sein, daß das Verfahren billig ist und, wenn möglich, nur ungiftige Mittel zur Anwendung bringt. Die rasche Ausführung der Desinfektion und die Händeschonung werden aber bei größtmöglicher Sicherheit des Erfolges für denjenigen, der sich mehrmals täglich desinfizieren muß, das Haupterfordernis bleiben. Das fortgesetzte scharfe Bürsten in heißem Wasser und die nachfolgenden Antiseptika machen die Haut rauh, empfindlich und wund. Wie schwer, ja wie geradezu unmöglich es ist, diese kleinen Wunden, die unzähligen Bakterien als Brutstätte dienen, auch nur einigermaßen keimfrei zu machen, hat unter vielen anderen schon Haegler[6]) nachgewiesen und ist neuerdings speziell von Schum-

---

[1]) Döderlein, Ein neuer Vorschlag zur Erzielung keimfreier Operationswunden, Deutsche med. Wochenschr. 1906 Nr. 19 S. 569.

[2]) Klapp u. Dönitz, Über Chirosoter, Deutsche med. Wochenschr. 1907 S. 1366.

[3]) Heusner, Über verschiedene Anwendungsweisen meines Harzklebeverbandes, Zeitschr. f. orthopäd. Chir. 1907 Bd. 17.

[4]) Wederhake, Desinfektion der Hände und der Haut vermittels Jodtetrachlorkohlenstoff und Dermagummit, Med. Klin. 1908 Nr. 33 S. 1402.

[5]) Friedrich, Kurze Bemerkungen zum Gebrauch dünner, nahtloser Gummihandschuhe für gelegentliche Operationszwecke, Zentralbl. f. Chir. 1898 Nr. 17.

[6]) Haegler, Händereinigung, Händedesinfektion und Händeschutz, Basel 1900, S. 191.

burg[1]) wieder hervorgehoben worden. Die Einfachheit des Verfahrens, insbesondere die Einheit des Waschmittels und die Möglichkeit, dasselbe überall und leicht zu beschaffen, ist dabei von wesentlicher Bedeutung, ganz besonders aber für den Kriegschirurgen, der häufig auf größere Mengen Wassers zum Waschen und zum Bereiten von antiseptischen Flüssigkeiten wird verzichten müssen. Wenn das Desinfektionsmittel schließlich noch ungiftig ist, also Vergiftungserscheinungen, die durch Eindringen des Antiseptikums durch die vielleicht wunde Haut in den Körper verursacht werden, ausgeschlossen sind, und das Mittel jeder Hebamme und jedem Laien unbedenklich in die Hand gegeben werden kann, so ist das ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil.

Unter den Methoden, die diesen Forderungen gerecht zu werden suchen, hat sich in der Tat nach den Ergebnissen zahlreicher Arbeiten die Alkoholdesinfektion am besten bewährt.

Im folgenden beabsichtige ich nun, zunächst zu untersuchen, inwieweit die diesbezüglichen Arbeiten zu diesem Schluß berechtigen, und will dabei zugleich angeben, wie wir die bisher aufgedeckten Fehlerquellen zu vermeiden gesucht haben.

Gehen wir zunächst auf die verschiedenen Versuchsanordnungen ein, so sehen wir schon hier die Möglichkeit zahlreicher Fehlerquellen. Diese sind einmal in den gegebenen Verhältnissen gelegen und werden trotz der fortschreitenden Verfeinerung der Methoden nie ganz zu vermeiden sein, andererseits aber sind sie direkt auch durch fehlerhafte Versuchsanordnungen bedingt.

Zunächst ergab sich für den Experimentator stets die Frage: Sind derartige Desinfektionsversuche an der künstlich infizierten oder sonst absichtlich stark verunreinigten Hand (wie dies z. B. Igersheim[2]) getan hat) anzustellen oder dem praktischen ärztlichen Handeln entsprechend an der sogen. Tageshand? Unser Händeschmutz birgt ein Gemisch der verschiedensten Bakterienarten in sich. Dem Chirurgen kommt es zwar hauptsächlich auf die Unschädlichmachung der pathogenen Bakterien an. Da aber eine strenge Scheidung der für den menschlichen Körper pathogenen und nichtpathogenen Mikroorganismen, zumal bei den Desinfektionsversuchen, nicht durchführbar ist, so wird man darauf bedacht sein müssen, möglichst alle den Händen anhaftenden Keime zu vernichten bezw. zu entfernen und daher die Versuche allein mit der Arbeitshand anstellen, zumal da schon Gärtner gezeigt hat, daß es viel schwerer ist, die an der Hand normaliter haftenden Bakteriengemische zu vernichten als die in die Hände zuvor eingeriebenen Reinkulturen. Dafür würden auch unsere, allerdings nur dreimal ausgeführten, aber stets in gleichem Sinne ausgefallenen Versuche an künstlich mit Reinkulturen infizierten Händen sprechen. Man wird bei der Annahme nicht fehlgehen, daß auf derartige Reinkulturen sich deshalb leichter einwirken läßt, weil sie durch Einreiben und etwa $^1/_4$—$^1/_2$stündiges Eintrocknenlassen nicht so tief in die Haut eindringen wie die Bakteriengemische der Tageshand. Ein dem natürlichen Verhalten nahekommender Zustand

[1]) Schumburg, Die Händedesinfektion nur mit Alkohol, Deutsche med. Wochenschr. 1908 S. 331.

[2]) Igersheim, Über die bakterizide Kraft des 60%igen Äthylalkohols, Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten 1906 Bd. 40.

dürfte höchstens vorhanden sein, wenn, wie Schaeffer[1]) dies in einem Fall getan hat, die Kulturen bereits am Abend vorher eingerieben werden und nachts über die Hände mit Handschuhen bedeckt werden. Andererseits entsprechen die Versuche Kroenigs[2]) mit so außergewöhnlich dauerhaften Bakteriensorten wie die Milzbrandsporen, die er auf die Haut von Leichen einrieb, zu wenig den praktischen Verhältnissen.

Natürlich muß man darauf achten, daß nicht die Hände bereits kurz vor den Versuchen oder an demselben Tage überhaupt mit Desinfizientien in Berührung gekommen sind.

Aus diesem Grunde kann jede Versuchsperson täglich nicht mehr als einen Versuch anstellen. Daß jedoch länger als 24stündiges Pausieren unnötig war, zeigten die stattlichen Keimzahlen der tags zuvor desinfizierten Hände bei der Abimpfung am nächsten Morgen.

Ein anderer Faktor von weitgehender Bedeutung für den Ausfall des Versuchs ist die natürliche Beschaffenheit der Hände, wie dies besonders Ahlfeld[3]) hervorhebt. Es gibt Hände mit glatter Haut, die sich sehr leicht desinfizieren lassen, und solche mit rauher, spröder Oberfläche, die annähernd keimfrei zu machen außerordentlich schwer fallen kann. Noch schwieriger vollends ist dies, wie schon oben erwähnt, wenn die Hände rissig sind und kleine Wunden aufweisen, die den Bakterien die besten und sichersten Schlupfwinkel bieten. Ahlfeld hat die Hände seiner sämtlichen Versuchspersonen besonders auf etwaige Schwierigkeiten, die sie der Desinfektion bieten können, angesehen und jedem dementsprechende Ratschläge für dieselbe erteilt. Auf eine gewissenhafte Kürzung der Nägel legt er besonderen Wert.

Die Mehrzahl unserer Versuche habe ich daher, um möglichst gleiche Versuchsbedingungen zu schaffen, an meinen eigenen Händen vorgenommen. Doch ist ein Teil derselben absichtlich auch von Kollegen, Laboratoriumsgehilfen, Pflegerinnen usw. ausgeführt worden, um zu prüfen, inwieweit die Resultate von dem Versuchsobjekt besonders abhängig waren. Während die Hände der Laboratoriumsgehilfen, als Arbeitshände grob und weniger gepflegt, schwerer zu desinfizieren erscheinen müssen, glaube ich bei der leidlich glatten Haut meiner Hände, daß sie verhältnismäßig leicht keimfrei zu machen war. Besonders leicht schienen sich die Hände eines Fachchirurgen (Prof. Th.) desinfizieren zu lassen, was jedenfalls neben der günstigen trockenen Hautbeschaffenheit mit darauf beruhte, daß er einerseits gewohnheitsmäßig seine Hände vor grober Verunreinigung und Verletzungen schützte, andererseits im Desinfizieren eine besonders große Übung hatte, zwei Umstände, die, wie Ahlfeld,[4]) Haegler[5]) und Schaeffer[6]) besonders hervorheben, für den Erfolg oft ausschlaggebend sind. Die Händedesinfektion erfordert nicht nur eine gewisse Routine, sondern setzt auch, wie Ahlfeld immer wieder betont, einen besonderen Aufwand von geistiger und körperlicher Energie voraus.

---

[1]) Schaeffer l. c. S. 43.
[2]) Kroenig u. Blumberg, Beiträge zur Händedesinfektion, Leipzig 1900, S. 4.
[3]) l. c.
[4]) l. c.
[5]) l. c.
[6]) l. c.

Mehrere Autoren erklären geradezu das allmähliche Besserwerden ihrer Resultate aus der späteren größeren Übung.

Geht nun, wie bei der Fürbringerschen und Ahlfeldschen Methode, der Alkoholdesinfektion eine Seifenwaschung voraus, so kommen für diese zunächst noch allerhand weitere Punkte in Betracht, die die Resultate nach dieser oder jener Richtung hin beeinflussen können, wie das Schaeffer sehr ausführlich dargelegt hat. Zunächst spielt der Wärmegrad des Wassers nach seiner Ansicht eine wesentliche Rolle. Zu den Versuchen empfiehlt er mit Dührssen[1]) „überheißes" Wasser (ca. 55—60°), da während der Waschung die Temperatur um 3—5° sinke, 50° aber der Temperatur des von den meisten Autoren geforderten „möglichst heißen" Waschwassers entspreche. Die dadurch bedingte Auflockerung der Epidermis und die vermehrte Drüsensekretion sollen nach ihrer Anschauung ja erst eine Abtötung bezw. Eliminierung der in der Haut sitzenden Bakterien durch den Alkohol ermöglichen.

Das Verdienst Schleichs[2]) ist es, auf den mehrmaligen Wechsel des Waschwassers nachdrücklich hingewiesen zu haben, den Schaeffer[3]) selbst gewiß mit Recht für unerläßlich hält, da fortgesetztes Waschen in ein und demselben Waschwasser fast einer künstlichen, absichtlichen Infektion der Hand gleichkomme.

Ferner sei es von Wichtigkeit, da der Wert der Heißwasser-Seifenwaschung in der dadurch hervorgerufenen Auflockerung und Entfettung der Haut liege, die Hände während der auf diese Prozedur verwendeten Zeit auch wirklich in der alkalischen heißen Flüssigkeit zu belassen und sie nicht nur in das Wasser einzutauchen und außerhalb desselben zu bürsten. Deshalb ist er auch nicht damit einverstanden, die Hände in fließendem Wasser zu waschen, da so das fettlösende Alkali der Seife zu schnell entfernt würde, obwohl vom Gesichtspunkt der schnellen Fortschaffung der abgebürsteten Epidermisschüppchen das fließende Wasser allerdings das Ideal sei. Weiter empfiehlt er nach den günstigen praktischen Erfolgen Schleichs die Verwendung von Sand oder Marmorstaub, aber auch zugleich im Gegensatz zu Schleich die Bürste. Selbst eine nicht sterile Bürste bedingt, wie Haegler[4]) nachgewiesen hat, keine so große Gefahr, da die Wirkung derselben im Fortnehmen der oberflächlichen Hautteilchen und nicht im Abgeben an die Haut besteht. Überdies lassen sich auch die Bürsten, wie wir heute wissen, leicht und sicher sterilisieren.

Wenn ich noch den Hinweis Haeglers[5]) auf das energische Abreiben der Hände mittels eines trockenen, sterilen Tuches nach dem Seifen als vorzügliches Mittel zur Verbesserung des Desinfektionserfolges hier anführe, so glaube ich damit die Hauptpunkte, auf die es uns bei der Ausführung der Händedesinfektion ankam, angeführt zu haben: „überheißes" Wasser, Waschwasserwechsel, dauerndes Belassen der Hände im Seifenwasser, Benutzung der Bürste und Abreiben mit sterilem,

---

[1]) Dührssen, Diskussionsbemerkungen zu dem Vortrage Schaeffers: Asepsis bei Laparotomien, Verhandl. d. Berliner med. Gesellsch. 1898 S. 187.
[2]) Schleich, Neue Methoden der Wundheilung, Berlin 1899.
[3]) l. c. S. 24.
[4]) l. c. S. 48.
[5]) l. c. S. 38.

trockenem Tuche nach dem Seifen. Statt des sterilen Tuches zum Abreiben haben wir auch zuweilen Mull und Wattetupfer benutzt. Einige Versuche wurden indessen auch in fließendem, überheißem Wasser vorgenommen. Nach jedem Seifen wurden die Hände, um das ihnen anhaftende Seifenwasser und die darin befindlichen Bakterien zu entfernen, mit fließendem, sterilem Wasser oder Kochsalzlösung $^1/_2$ Minute abgespült. Das zur Desinfektion benutzte Wasser, ebenso Seife, Bürste und Waschgefäße waren, wie wiederholte Kontrollen ergaben, steril. Auf die Mitbenutzung von Sand haben wir verzichtet.

Schaeffer[1]) hat nun darauf aufmerksam gemacht, daß die Gelegenheit der Desinfektion zwecks Vornahme einer Operation nicht zum Anstellen bakteriologischer Prüfungen geeignet sei. Dabei ließen sich die an sich schon zahlreichen Fehlerquellen, die sich bei fast jedem Akte des Desinfektionsverfahrens einschleichen könnten, infolge der geteilten Aufmerksamkeit noch weniger vermeiden, und da der Kranke und nicht der Versuch im Mittelpunkte des Interesses stehen müsse, würde die sorgfältige Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln sehr erschwert, wie z. B. das Öffnen der vorher ausgekochten Schüsseln für die verschiedenen Waschflüssigkeiten erst im Moment der Benutzung, größte Schnelligkeit beim Abimpfen der Hände, Fehlen jeder Luftbewegung u. a. m. Gottstein und Blumberg[2]) geben an, daß die Laboratoriumsuntersuchungen bei weitem günstigere Resultate ergaben als die zu gleicher Zeit angestellten praktischen Untersuchungen. Die Möglichkeit der bei letzteren vermehrten Fehlerquellen ist ja einleuchtend, und wenn die Resultate dabei schlechter sind, so lassen sich diese eben nicht mit denen der Laboratoriumsversuche so ohne weiteres auf eine Linie stellen. Wir haben selbst auch einige diesbezügliche Beobachtungen machen können und fanden in einem Falle die Fehlerquelle in der Keimhaltigkeit der angeblich sterilen Kochsalzlösung, in welcher die Gummihandschuhe lagen. Diese enthielt, nachdem drei Versuchspersonen darin sich zwecks Operation Handschuhe angezogen hatten, eine nicht unerhebliche Anzahl von Keimen.

Auch bei Laboratoriumsversuchen lassen sich Luftinfektionen sehr schwer, mit Sicherheit überhaupt nie vermeiden. Nicht allein durch direktes Hineinfallen von Luftkeimen in die Nährböden werden Irrtümer hervorgerufen, sondern auch die bereits desinfizierten, womöglich noch feuchten Hände nehmen bis zur Abimpfung noch einen Teil von Bakterien aus der Luft an und übertragen sie auf die Nährböden. Einigermaßen läßt sich das, wie Kroenig,[3])[4]) Schaeffer[5]) und andere getan haben, durch Versuche mit Reinkulturen oder durch Benutzung eines von Paul und Sarwey angegebenen oder ähnlich konstruierten sterilen Kastens ausschalten. Sie verringern sich jedenfalls dann, wie auch wir immer wieder feststellen konnten, wenn jede stärkere Luftbewegung im Untersuchungszimmer, wie Hin- und Hergehen, Türenöffnen, Sprechen

---

[1]) l. c. S. 27.

[2]) Gottstein und Blumberg, Inwieweit können wir unsere Hände sterilisieren? Berliner klin. Wochenschr. 1899 Nr. 34.

[3]) l. c.

[4]) Kroenig, Welche Anforderungen sollen wir an bakteriologische Untersuchungen über Händedesinfektion stellen? Zentralbl. f. Gynäk. 1899 Nr. 46.

[5]) l. c. S. 29, 63.

usw., möglichst vermieden wird. Der Vorteil des Paul und Sarwey schen Kastens ist klar ersichtlich. Auch wir haben einen ähnlich konstruierten Kasten vielfach verwendet, sei es, um die Desinfektion der Hände oder das Aufweichen und Bewegen derselben nach der Reinigung, schließlich die Abimpfung darin vorzunehmen. Die Luftverunreinigung während des Abimpfens der Hände in Drygalski-Schalen wurde im übrigen dadurch zu vermeiden gesucht, daß der Deckel der Schale dicht über die Hände gehalten und das Sprechen in der Nähe des Abimpfenden vermieden wurde.

Bei der allein rationellen Verwendung fester Nährböden haben vereinzelte Luftkeime überdies weniger Bedeutung als bei den früher häufig benutzten flüssigen Substraten. Mit Recht erscheint es Schaeffer fast verwunderlich, wie überhaupt nur in einem Falle bei derartigen Versuchen Keimfreiheit erzielt werden kann. Da ein einziger in die Bouillon gelangter Keim innerhalb eines Tages sich vermillionenfacht und Trübung des ganzen Röhrchens verursacht, da schon ein kurzdauerndes Öffnen des Wattestopfens hierzu genügen kann, da die Partikelchen, welche von der Hand abgekratzt und in das Röhrchen versenkt werden, mit Leichtigkeit Träger eines Luftkeimes sein können, so läßt sich aus der Trübung des Bouillonröhrchens über den Grad der erreichten Keimfreiheit der Hand nun und nimmer ein Schluß ziehen, abgesehen davon, daß wir unter „Keimfreiheit der Hände“ meist nur hochgradige Keimarmut verstehen dürfen und selbst im günstigsten Falle einzelne Keime auf der Haut, gründliche Abimpfung vorausgesetzt, immer noch nachweisbar sein werden. Aber auch das umgekehrte Verhältnis ist bei flüssigen Nährböden nicht ausgeschlossen. Eine ganze Anzahl von Mikroorganismen, die auch in dem Bakteriengemisch unserer „Tageshand“ reichlich vertreten sind, zeigen streng aërobes Wachstum. Werden nun solche mit dem zu untersuchenden Material in die Bouillonröhrchen versenkt, so können sie, da die darüberstehende Bouillon den Luftabschluß herstellt, gar nicht zur Entwicklung kommen, und man wird zu dem Trugschluß kommen, die Desinfektion sei gelungen. Auch Sarwey[1]) führt einen gleichen Grund für die Unterlegenheit des Bouillonverfahrens gegenüber dem Agarplattenverfahren an. Der Agar mit seiner komplizierten Zusammensetzung biete eben einen ungleich günstigeren Nährboden für das Wachstum der Handbakteriengemische dar als die Bouillon. Aus vergleichenden Versuchen mit beiden Nährböden sah er wiederholt auf dem Agar ein üppiges Wachstum, während die mit gleichem Impfstoff beschickten Bouillonröhrchen klar blieben. Da wir also den Grad der erreichten Keimarmut mit flüssigen Nährböden nicht einigermaßen sicher nachweisen können, so bedienten auch wir uns zu unseren Versuchen ausschließlich der festen Nährböden.

Nicht viel besser als mit flüssigen Nährböden ist es mit den Schrägagarröhrchen bestellt, wie sie Gottstein und Blumberg[2]) wegen des außerordentlich billigen und einfachen Verfahrens verwendeten. An den durchfeuchteten mit Bakterien beladenen Holzstückchen, mit denen die

---

[1]) Sarwey, Bakteriologische Bemerkungen zur Heißwasser-Alkoholdesinfektion, Deutsche med. Wochenschr. 1905 Nr. 1 Sep.-Adr. S. 6.

[2]) l. c.

schrägen Nährböden beschickt werden, zieht sich die Feuchtigkeit im Laufe einiger Stunden oder Tage, während welcher die wenigen Bakterien sich erheblich vermehrt haben, am Hölzchen entlang und schleppt die Keime mit sich. Man erhält dann häufig nicht isolierte, sondern Strichkulturen und kann nur zwischen sterilen und keimhaltigen Röhrchen unterscheiden, ohne aus letzteren auf eventuelle Keimarmut schließen zu können. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Haeglerschen Fadenmethode, wovon bei Besprechung der Abimpfmethoden noch die Rede sein wird.

Allerdings ist auch das Plattenverfahren nicht völlig einwandfrei, da wir Luftverunreinigungen selbst bei genauer Befolgung der oben besprochenen Vorsichtsmaßregeln nicht vermeiden können. So zählen z. B. Stähler und Winkler[1]) unter 81 Plattenversuchen 50, bei denen Luftverunreinigungen nachweisbar waren. Jedenfalls ist es voreilig, sagt Schaeffer,[2]) auch auf Grund eigener diesbezüglicher Versuche, aus der Anwesenheit einiger weniger Keime auf den Platten auf ungenügende Sterilität der untersuchten Hände zu schließen. Die von uns gelegentlich des Händeabimpfens angestellten Luftkontrollen ergaben oft so erhebliche Keimzahlen, daß man Schaeffers Ansicht nur beistimmen kann. Wir beschickten Drygalski-Schalen mit Agar von 45° und ließen sie 45 Sekunden, der Zeit, die auch zum Abimpfen der Hände verwendet wurde, derart offen stehen, daß der Deckel in einer Höhe von etwa 15 cm darüber gehalten wurde. Unter den acht angestellten Luftkontrollen betrug das Wachstum im Durchschnitt 14 Keime, in Maximum 43 Kolonien; nur einmal erhielten wir eine sterile Platte (s. Prot. Nr. 81). Abgesehen nun von den Luftverunreinigungen gestattet die Zahl der auf der Platte gewachsenen Kolonien noch nicht den unbedingten Schluß auf die Zahl der von der Haut in den Agar gelangten Keime. Es können, worauf bereits wieder Schaeffer besonders aufmerksam gemacht hat, infolge einer Reihe verschiedener Umstände eine größere, oft eine ganz erheblich größere Anzahl von Kolonien auf der Platte aufgehen, als die Zahl der auf die Platte übertragenen Keime beträgt. Bekanntlich bilden sich auf dem festen Nährboden beim Festwerden Flüssigkeitsschichten, sei es, daß sie in größerer Ausdehnung oder in Gestalt eines Tropfens auftreten (Kondenswasser). Berührt diese Flüssigkeit, z. B. solch ein Kondenswassertropfen, einen oberflächlich sitzenden Keim, so wird die Zirkulation, die im Tropfen infolge von Verdunstung und infolge seiner Adhäsion zur Agarplatte besteht, imstande sein, die im Verlauf mehrerer Stunden aus dem ersten Keim entstandenen 10, 20 oder 30 Keime zu trennen und sie an der Grenze des Tropfens zu getrennten Kolonien zur Entwicklung kommen zu lassen. Nur selten sieht man später noch von dem in die Breite geflossenen und verdunsteten Tropfen einen zarten Rand. Schaeffer[3]) empfiehlt deshalb, um die Bildung von Kondenswassertropfen möglichst zu vermeiden, einmal statt des üblichen $1^1/_2\,\%$igen Agars den $2\,\%$igen, ferner das Einlegen und Befestigen von 2—3 Fließpapierblättern mittels Siegellacks an der Deckschale und weist darauf

[1]) Stähler u. Winkler, Monatsschr. f. Geburtsh. u. Gynäk. 1899 S. 99.
[2]) l. c. S. 33.
[3]) l. c. S. 34 ff.

hin, daß durch das Einbringen von feuchtem Untersuchungsmaterial, wie es z. B. Paul und Sarwey[1]) mit den zum Abschaben der Hände benutzten Zahnstochern tun, die diese in Flüssigkeit werfen und diese dann in größerer Menge dem Agar zusetzen, die Konzentration des Nährbodens verringert wird, wodurch die Bildung von Kondenswasser naturgemäß noch reichlicher wird. Noch bedenklicher sei es, auf dem bereits erstarrten Agar die auf ihren Bakteriengehalt zu prüfende Flüssigkeit zu gießen. Da die Verdunstung derselben oft erst nach mehreren Stunden eintrete, so könnten sich die Keime in dieser Zeit in der aufgetropften Flüssigkeit vermehren und die Zahl der entwickelten Keime könne dann vielfach größer sein als die Zahl der auf die Platte gelangten Einzelkeime. Die auf dem Chirurgenkongreß 1898 von Döderlein mitgeteilten Erfahrungen über Trikothandschuhe als Bakterienfänger dürften nach Schaeffers[2]) Ansicht aus dieser Fehlerquelle sich herleiten. Eine bakterienhaltige Flüssigkeit, auf erstarrten Agar getropft, stelle eben keinen festen Nährboden mehr dar.

Diese Schaefferschen Ansichten sind gewiß vollberechtigt, und in der bakteriologischen Technik ist die Berücksichtigung dieser Punkte längst ein Grunderfordernis. Jeder, der Plattenversuche macht, wird oft genug Gelegenheit haben, das Kondenswasser als Störenfried kennen zu lernen. Man vermeidet diese Störungen am besten durch Umkehrung der Platten. In dieser Weise sind auch wir verfahren, und zwar bei Verwendung eines 1,5% bis zu 1,75%igen Agars. Die Bildung von bedrohendem Kondenswasser haben wir ferner dadurch zu vermeiden gesucht, daß wir zunächst — 4—5 Stunden — die Platten nicht völlig, sondern etwa nur zu $^4/_5$ geschlossen in den Brutschrank stellten. Die Gefahr einer möglichen nachträglichen Luftverunreinigung muß zugegeben werden, ist aber in einem geschlossenen Raum wie im Brutschrank sicher sehr gering; jedenfalls sind die daraus resultierenden Fehler im Vergleich zu denen, die durch das Kondenswasser entstehen können, unwesentlich. Doch selbst das 4—5 stündige Offenlassen der Platten im Brutschrank und nachheriges Umdrehen derselben vermochte nicht immer zu verhindern, daß die Platten in vereinzelten Fällen bereits am ersten Tage nach dem Versuch schon ausgedehnte Rasen von Kolonien zeigten, die nur durch Überziehen der Agarschicht mit Kondenswasser zustande gekommen sein konnten und die am zweiten Tage zuweilen die ganze Platte einnahmen. Jedenfalls trat dies sehr selten ein, wenn das vorherige Offenstehenlassen der Nährböden streng durchgeführt wurde.

Auf Grund dieser verschiedenen, nicht ganz zu beseitigenden Fehlerquellen geht Schaeffers[3]) Ansicht dahin, daß man nicht aus der Zahl der auf der Platte gefundenen Kolonien auf die Zahl der von den Händen abgeimpften Einzelkeime so ohne weiteres schließen dürfe, als vielmehr um ein vorsichtiges Urteil und eine gewisse Erfahrung über die hier vorkommenden Fehlerquellen sich bemühen müsse, eine richtige Schlußfolgerung in jedem Einzelfalle zu machen.

---

[1]) Paul u. Sarwey, Experimentaluntersuchungen über Hautdesinfektion, Münch. med. Wochenschr. 1899 Nr. 49.

[2]) l. c. S. 37.

[3]) l. c. S. 39.

Letzteres erscheint mir bedenklich, sofern Schaeffer meint, daß der einzelne, der die Versuche anstellt, selbst darüber entscheiden solle. (Aus den Bemerkungen zu seinen Protokollen bezüglich einzelner Untersuchungen scheint dies allerdings nicht der Fall zu sein.) Das Resultat muß jedenfalls möglichst objektiv bleiben und darf nicht durch ein persönliches Urteil des einzelnen darüber, wie viele Keime tatsächlich auf den Nährboden überimpft und wie viele wohl durch Kondenswasserüberschwemmung oder Luftverunreinigung darauf entstanden sein mögen, beeinflußt werden. Die Luftverunreinigung hält sich ja innerhalb gewisser Grenzen. Ist eine Überwucherung der Platte infolge Überschwemmung mit Kondenswasser eingetreten, so haben wir nach dem Grade der Verunreinigung entweder diesen Versuch ausfallen lassen oder aber die gesamte Keimzahl der Platte zu ermitteln gesucht und dem Protokoll einen entsprechenden Vermerk betreffs der Überwucherung hinzugefügt, aus der dann der Leser sich selbst sein Urteil bilden mag.

Was die Nährboden anbelangt, so haben wir bereits die Unzweckmäßigkeit der Verwendung flüssiger Nährsubstrate dargetan. Von den gebräuchlichsten festen Nährböden bietet zunächst die Gelatine den Vorteil, daß sie eine Keimzählung, das Haupterfordernis für die Kritik einer Desinfektionsmethode, zuläßt. Da wir sie aber nicht einer Brutschranktemperatur von 37° C aussetzen können, sie also nicht bei dem vielen Bakterien unserer Tageshand eigenen, über 24° C gelegenen Temperaturoptimum eine Keimfixierung im Nährboden gewährleistet, so ist ihr der Agar entschieden vorzuziehen. Dieser verflüssigt, auf 45° C abgekühlt und in Petri- oder Drygalski-Schalen gegossen, gestattet eine gute Verteilung des Impfmaterials im Nährsubstrat, ohne daß bei kurzer Einwirkung letztgenannter Temperatur eine Abtötung oder Wachstumshemmung der überimpften Bakterien zu befürchten wäre. Die Abkühlung und Gerinnung und damit Keimfixierung tritt rasch ein, und 1- oder besser 2 mal 24 Stunden der Brutschranktemperatur ausgesetzt, kommt so weitaus der größte Teil aller Bakteriensorten unserer Tageshand zur Entwicklung. Wir haben das Wachstum nicht länger als zwei Tage beobachtet und sind uns dabei wohl bewußt, daß in dieser Zeit nicht immer alle Bakterien zur Entwicklung gekommen sein mögen, so gut wie eine wenn auch stets nur geringe Keimzunahme vom ersten zum zweiten Tag fast durchweg zu konstatieren war. Da aber sowohl vor wie nach der Desinfektion eine Abimpfung der Hände stattfand, so konnte man bereits am ersten Tage aus dem Verhältnis beider Platten einen Schluß auf den Desinfektionserfolg ziehen. Längere Zeit haben wir die Platten bei den Versuchen beobachtet, bei welchen eine Hemmung durch Reste des Desinfektionsmittels nicht ausgeschlossen erschien. Auf diese will ich noch an anderer Stelle zurückkommen.

Einzelne Autoren, z. B. Kroenig und Blumberg,[1]) haben auch Tierversuche zur Ermittlung des Desinfektionseffektes angestellt. Zweifellos kommt der Tierkörper als denkbar günstigster Nährboden den Bedingungen, unter denen eine Infektion des menschlichen Organismus stattfindet, am nächsten, und mit Recht sagen Kroenig und Blumberg, daß die Haut als genügend desinfiziert anzusehen ist, die nicht mehr

[1]) l. c.

infizieren kann. Aber wir wissen, daß die Empfindlichkeit des menschlichen Körpers für Infektionen mit einzelnen Bakterienarten eine ganz verschiedene ist von der des Tierkörpers, und daß Rückschlüsse daher nur bedingt zulässig sind. Auch wurde den Tieren mit dem Impfmaterial häufig so viel von den Desinfizientien miteinverleibt, daß ein Teil der Tiere, wie Kroenig und Blumberg selbst feststellten, ohne Infektion aufzuweisen, an Vergiftung starben. Man muß also mit Schaeffer[1]) und Menge[2]) annehmen, daß auch den am Leben gebliebenen Tieren eine verhältnismäßig ganz gewaltige Quantität Gift beigebracht worden ist. Es läßt sich also keineswegs beurteilen, inwieweit das Gift im Tierkörper einerseits noch desinfizierende Wirkung weiter ausgeübt hat, so daß einzelne Tiere am Leben blieben, und inwieweit andererseits die der Infektion unterlegenen Tiere durch Vergiftungserscheinungen weniger widerstandsfähig gegen die Bakterien gemacht worden sind.

Wie man demnach vermeiden muß, Reste des benutzten Desinfiziens mit in den Tierkörper zu überimpfen, ebenso unerläßlich ist es, dasselbe auch von den künstlichen Nährböden fernzuhalten. Gepperts[3])[4]) Verdienst ist es, auf die Notwendigkeit der Ausschaltung des Antiseptikums vor der Abimpfung besonders aufmerksam gemacht zu haben. Auch kleinste Mengen eines solchen, wie sie selbst nach Abtrocknen der Hände noch an der Oberfläche der Haut haften bleiben, vermögen auf dem Nährboden eine Entwicklungshemmung hervorzurufen, wenn diese zuvor schon der Einwirkung des Desinfiziens ausgesetzt waren. Nach Verwendung von Sublimat ist dieses durch Schwefelammonium, Formalin durch Ammoniak, Wasserstoffsuperoxyd durch Ferrosulfat zu neutralisieren. Wir haben dieser an sich berechtigten Forderung aus verschiedenen Gründen, unter anderem wegen der unangenehmen Wirkung des Schwefelammoniums auf die Haut (Brennen, lange anhaltende Schwarzfärbung), nicht immer entsprochen, dagegen meist versucht, durch Abspülen und längeres Baden der Hände in sterilem Wasser das Desinfiziens möglichst zu entfernen. Wenn wir auch dies in einzelnen Fällen unterlassen haben, so geschah das teils, um Vergleiche einzelner Versuche mit solchen nach vorausgegangener Neutralisation anstellen zu können, teils, so besonders bei den Handschuhversuchen, um den praktischen Verhältnissen möglichst zu entsprechen, wo man ja auch nicht eine absichtliche Eliminierung des Antiseptikums vornimmt.

Wir müssen uns nun noch der Frage zuwenden, wie wir die Abimpfung der Haut vornehmen sollen.

Das einfachste, aber auch unsicherste Verfahren stellt das von Schleich[5]) geübte Abimpfen der Haut mittels Platinöse dar.

---

[1]) l. c. S. 77.

[2]) Menge, Zentralbl. f. Gynäk. 1900 S. 1176.

[3]) Geppert, Zur Lehre von den Antisepticis, Berliner klin. Wochenschr. 1889 Nr. 36 u. 37.

[4]) Geppert, Über desinfizierende Mittel und Methoden, Berliner klin. Wochenschr. 1890 Nr. 11, 12 u. 13.

[5]) l. c.

Auch das von Kümmell[1][2]) und Forster[3]) angewandte Verfahren, die Fingerspitzen in erstarrte Gelatine oder Agar einzudrücken, ist einerseits zu wenig intensiv, andererseits wird es wegen mangelnder Verteilung des Impfmaterials bei dicht nebeneinanderliegenden Keimen vielfach dazu kommen, daß mehrere solcher nur eine Kolonie bilden, während sie bei besserer Verteilung jeder für sich zu einer Kolonie auswachsen würden.

Boll[4]) ging bei seinen Versuchen einen Schritt weiter, indem er die Finger in Schalen mit verflüssigter Gelatine tauchte und nach dem Erstarren die Entwicklung der Keime beobachtete. Der Nachteil der Gelatine als Nährboden gegenüber dem Agar bleibt für seine Versuche ebenso wie für die Fürbringerschen vom Jahre 1888 bestehen. In der Erkenntnis, daß der Unternagelraum und der Nagelfalz besonders schwer zu desinfizierende Stellen unserer Hand darstellen, kam Fürbringer[5]) auf den Gedanken, hier das Impfmaterial zu entnehmen, indem er die gelungene Desinfektion dieser Stellen als gleichbedeutend mit der der ganzen Hand ansah. Er kehrte die Unternagelräume mittels abgeglühter, dünner, rauher Drahtstifte, die mit steriler Klemmpinzette gehalten wurden, aus, ließ die Stifte in verflüssigte Gelatine fallen und agitierte sie darin. Zum Teil wurden auch statt der Drahtstifte schwedische Zündhölzer benutzt, an denen die Kuppe zuvor entfernt wurde und deren keilförmiges Ende nach der Impfstoffentnahme mittels steriler Schere abgeschnitten und in den Nährleim fallen gelassen wurde. Einzelne Male wurden auch die Nagelränder selbst abgeschnitten und ausgesät, ein Verfahren, das aber Fürbringer selbst wegen der Vernachlässigung gerade des tiefsten Grundes des Unternagelraumes für unzweckmäßig ansieht. Meist ließ er nun den Nährboden in Reagensgläsern schräg erstarren und zählte darin die Keime, während das Plattenverfahren nur selten zur Anwendung kam.

Im Gegensatz zu diesen ersten Versuchen Fürbringers, bei denen er ein intensives Abraspeln der Epidermis als den tatsächlichen Verhältnissen bei ärztlichen Manipulationen wenig entsprechend vermied, nahm Ahlfeld[6]) die Auskratzung des Unternagelraumes derart vor, daß es, wie er sagt, selten ohne Schmerzen für die betreffende Versuchsperson, oft wohl auch nicht ohne kleine Verletzungen dabei abging. Er versenkte dann die Hölzchen in Bouillon. Die Nachteile dieses Nährbodens wurden schon oben erwähnt.

Man beschränkte sich nun auch nicht nur auf den Unternagelraum, Nagelränder und Nagelfalz, sondern kratzte und schabte mit sterilen Hölzchen, Zahnstochern, Elfenbeinstiften und metallnen Nagelreinigern die ganzen Hände ab und verimpfte die Abschabsel durch Impfstriche

[1]) Kümmell, Die Bedeutung der Luft- und Kontaktinfektion für die praktische Chirurgie, Verhandl. d. deutschen Gesellsch. f. Chir., 14. Kongreß, Berlin 1885, S. 430 und Arch. f. klin. Chir. Bd. 23 S. 531 (1886).

[2]) Kümmell, Wie soll der Arzt seine Hände desinfizieren? Zentralbl. f. Chir. 1886 Nr. 17.

[3]) Forster, Wie soll der Arzt seine Hände reinigen? Zentralbl. f. klin. Medizin 1885 Nr. 18.

[4]) Boll, Zur Desinfektion der Hände, Deutsche med. Wochenschr. 1890 Nr. 17.

[5]) l. c. S. 10ff.

[6]) l. c.

auf Agarplatten. Dabei machte sich jedoch geltend, daß die Keime bei der Verimpfung auf den festen Nährböden zu eng aneinander saßen, so daß sie nicht getrennt zur Entwicklung kamen, also nicht scharf genug gezählt werden konnten. Außerdem macht Schaeffer[1]) darauf aufmerksam, daß die durch die Impfstriche hervorgerufenen Risse im Agar an ihren Rändern am schnellsten eintrocknen, so daß die im Innern der überimpften Hauptpartikelchen sitzenden Bakterien wahrscheinlich gar nicht zum Auskeimen gelangen könnten. Kroenig und Blumberg,[2]) in einigen Fällen auch Schaeffer, rieben die Hände nach der Desinfektion mit angefeuchtetem Sand oder Marmorstaub ein und schabten diesen sorgfältig ab, um ihn dann in die Nährböden zu bringen. Paul und Sarwey[3]) kratzten mit Zahnstochern die Hände ab, schüttelten mehrere Minuten lang das infizierte Hölzchen in einem mit 3 cbcm Wasser gefüllten Röhrchen und gossen dann das Wasser mit 10 g Agar in eine Petrischale aus. Die Gefahr der übermäßigen Kondenswasserbildung, die oben geschildert wurde, liegt bei diesem Verfahren auf der Hand. Schumburg[4]) verwendete bei einem großen Teil seiner Versuche neben der auch von uns benutzten, weiter unten beschriebenen Methode sterile Lanzettenklingen, die er nach dem Gebrauch in Bouillonröhrchen fallen ließ und darin kräftig schüttelte, worauf die Bouillon in Schalen mit verflüssigtem Agar ausgegossen wurde. Haegler[5]) gab ein Verfahren an, nach welchem er mit einem ca. 15 cm langen Seidenfaden die Unternagelräume und Nagelfalze ausräumte und den Faden durch alle Teile der Finger und Hände zog, indem er so die beim Operieren, insbesondere beim Knoten, auf die Hände einwirkende Mechanik nachahmte. Die Methode hat aber, wie Schaeffer[6]) gefunden hat, den Nachteil, „daß die im Faden sich ausbildende Flüssigkeitsströmung bei der Berührung mit dem Agar ein Weiterwachsen der Keime am Faden entlang ermöglicht, so daß diese auf mehrere Zentimeter weit verschleppt werden können". Die darüber angestellten exakten Versuche, denen in seiner Abhandlung entsprechende Photogramme beigefügt sind, bestätigen seine Ansicht, daß die Fadenmethode ein unzuverlässiges, leicht zu groben Täuschungen führendes Verfahren sei. Auch ist sie, da sie doch immer auf Zufälligkeiten bei der Entnahme der Keime von den betreffenden Stellen angewiesen sei, wie Heck[7]) hervorhebt, was Exaktheit der Überimpfung betrifft, keineswegs mit der von Schumburg und ihm geübten, weiter unten beschriebenen Technik zu vergleichen. Ein anderer, ebenfalls von Haegler[8]) eingeschlagener Weg der Abimpfung besteht darin, daß er die desinfizierten Hände in einem geschlossenen Kasten 10 Minuten bis $^1/_2$ Stunde in $^1/_2$ Liter steriler Ascitesflüssigkeit badet, drückt und reibt und aus der Zahl der an die Flüssigkeit abgegebenen Keime Schlüsse auf den Wert der Desinfektion zieht.

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c.
[4]) l. c.
[5]) l. c.
[6]) l. c.
[7]) l. c.
[8]) l. c.

Dies hält Schaeffer[1]) ebenfalls für unzulässig, da selbst intensives Schütteln in verstöpseltem Gefäß nach seinen Erfahrungen keineswegs immer eine gleichmäßige Verteilung der Keime in der Flüssigkeit zur Folge habe. Man dürfe aus dem Durchschnittskeimgehalt selbst mehrfacher Proben der Flüssigkeit nicht einfach durch Multiplikation auf den Gesamtgehalt an Keimen schließen, zumal da jeder während des Badens oder Abimpfens in die Flüssigkeit oder den Nährboden gelangende Luftkeim dabei mit großen Zahlen multipliziert werde. Gelegentlich seiner Versuche über die Keimverteilung in Flüssigkeiten fand Schaeffer, daß häufig, wenn er sich die Hände unter dreimaligem Wechsel des sterilen Wassers in drei verschiedenen sterilen Schüsseln wusch, sich aus dem Waschwasser II und III um das 5—10fache mehr Keime zählen ließen als im Waschwasser I, so daß er schließlich die Versuche aufgab. Auf Grund der Schumburgschen Ergebnisse, die wir nach eigenen Versuchen nur bestätigen können, darf das nicht verwundern. Durch die Seifenwaschung tritt eben eine Vermehrung der Keimzahl an der Hautoberfläche und eine vermehrte Keimabgabefähigkeit der Haut ein. Die höhere Keimzahl im Waschwasser II und III spricht also durchaus nicht eindeutig für eine ungleichmäßige Keimverteilung.

Alle diese Prüfungsmethoden des Bakteriengehaltes laufen darauf hinaus, die im Verlauf einer Operation auf die Hand ausgeübte mechanische Einwirkung, wie das Anfassen der Gewebe, Instrumente, Faden, möglichst intensiv nachzuahmen. Schaeffer spricht es geradezu aus, daß er dasjenige Verfahren für das geeignetste halte, das am energischsten vorgehe. Dabei ist die Prüfung des Keimgehaltes natürlich eine viel schärfere als die in praxi stattfindende, und wenn man der Anschauung huldigt, die Desinfektion müsse tunlichst alle in der Haut befindlichen Keime abtöten oder entfernen, so ist dieses Vorgehen durchaus gerechtfertigt.

Anders aber, wenn man mit der Desinfektion nur erreichen will, die Keimabgabefähigkeit der Haut für die Dauer der Operation auf ein Minimum zu reduzieren. Wollte man die Brauchbarkeit der undurchlässigen Überzüge der Haut, wie z. B. des Gaudanins, von den Gummihandschuhen ganz zu schweigen, durch Abraspeln mit Drahtstiften, Zahnstochern und Nagelreinigern oder sonstige Eingriffe, die die Überzüge direkt mechanisch verletzten, prüfen, so würde man natürlich auch hier einen Ausfall haben. Man darf nur solche Methoden anwenden, die die mechanische Einwirkung der Operation nicht wesentlich an Intensität überschreiten.

Schumburg[2]) ging zwecks Abimpfung in der Weise vor, daß er die Finger, besonders die Fingerspitzen, mit den Nägeln und Nagelrändern in Drygalski-Schalen, die mit Agar von 45° beschickt wurden, 45 Sekunden lang hin und her bewegte, bei einem Teil der Versuche jede Hand für sich in einer Schale, bei anderen wieder beide Hände zusammen in einer Schale.

Heck,[3]) der im wesentlichen nach Schumburgs Angaben ver-

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c.

fuhr, beließ die Finger — jede Hand in besonderer Schale — 45 Sekunden im Agar unter gegenseitigem Reiben der Finger.

Meißner[1]) impfte bei seinen Händedesinfektionsversuchen wie bei den Operationsfeldversuchen derart ab, daß er sterile Wattetupfer in steriles destilliertes Wasser mittels steriler Zangen eintauchte und damit über die betreffenden Hautstellen, bei der Abimpfung der Hände unter besonderer Berücksichtigung der tieferen Hautfalten und der Nagelgegend, kräftig hin- und herfuhr. Die infizierten Tupfer wurden dann durch mehrmaliges Auf- und Abbewegen in flüssigem Agar mit diesem in möglichst innige Berührung gebracht.

Wir haben uns bei unseren Versuchen der Schumburgschen Methode angeschlossen mit ähnlicher Modifikation wie Heck, indem wir die volare wie dorsale Seite der Fingerspitzen bis zum ersten Phalangealgelenk im Agar hin- und herbewegten unter gegenseitigem Reiben der Finger und Abreiben auf der Bodenfläche der Agarschale. Wir haben zugleich — mit wenig Ausnahmen — für beide Hände nur eine Schale benutzt.

Um die Tiefen- bezw. Dauerwirkung der Desinfektion zu erforschen, wendete Schumburg[2]) außer dem bereits oben erwähnten Abimpfen mittels steriler Lanzettenklingen verschiedene Verfahren an: Das Einbringen der desinfizierten, vor Verunreinigung geschützten Fingerspitzen in Agar 15 Minuten nach beendeter Desinfektion, das Schwitzenlassen der desinfizierten Hand im Heißluftschrank 6 Minuten lang bei 100° bis 140°, Auflockerung der Haut durch nachträgliches, 10 Minuten währendes, aseptisches Seifen mit Bürste und Abspülen, schließlich, als besonders subtile Prüfung, die von Ahlfeld[3]) bei seinen späteren Versuchen benutzte Handschuhmethode. Zu letzterer wurde ein weiter, bis über das Handgelenk reichender, steriler Gummihandschuh benutzt, der, mit 100 ccm steriler Nährbouillon gefüllt, über die Hand gezogen und am Handgelenk befestigt wurde. Nachdem die Finger 25 Minuten in diesem Bouillonhandschuh bewegt worden waren, wurde eine Fingerspitze desselben mit steriler Schere, bei weiteren Proben mittels Einstich einer sterilen Pravazkanüle eröffnet und die herausgelassene Bouillon auf Agarplatten verarbeitet. Meißner,[4]) der seine Versuche gelegentlich der Vornahme von Operationen anstellte, zog über die Hände im Dampf sterilisierte, inwendig mit Talkum eingepuderte Gummihandschuhe. Nach Beendigung der Operationen von meist $^1/_2$—1 stündiger Dauer wurden die Handschuhe vom Wärter ausgezogen, und es wurde von den Händen und dem daran haftenden Talkum abgeimpft, offenbar ebenso wie vor dem Anziehen der Handschuhe mittels steriler nasser Wattetupfer.

Analog den Versuchen von Haegler,[5]) der nach 15 Minuten langem Eintauchen der Hände in steriles, körperwarmes Serum eine beträchtliche Keimvermehrung konstatiert hatte, prüfte ferner Meißner[6]) die Tiefen- bezw. Dauerwirkung durch 10 Minuten langes Aufweichen der

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c.
[4]) l. c.
[5]) l. c.
[6]) l. c.

Hände in steriler physiologischer Kochsalzlösung von 40°, wonach auch er einen nicht unbedeutenden Keimzuwachs feststellte, jedenfalls einen größeren als bei der Handschuhmethode.

Heck[1]) hat ebenfalls, und zwar sowohl durch experimentelle Laboratoriumsversuche mit Gummihandschuhen wie durch Prüfung der Hände von Operateuren gelegentlich längerer chirurgischer Eingriffe, festzustellen versucht, inwieweit eine Aufweichung der zuvor desinfizierten Haut unter dem Gummihandschuh stattfände bezw. wie hoch die Keimvermehrung an Händen, die ohne Handschuhe langdauernde Operationen ausführten, während und nach diesen sich beliefe. Gleichzeitig stellte er, ähnlich den Versuchen Meißners, am Operationsfelde interessante Untersuchungen darüber an, wie sich der Keimgehalt der Gewebsflüssigkeiten während der Operation verhielt. Für die Ergebnisse seiner Handschuhversuche macht Heck die individuell verschiedene, bei einer seiner Versuchspersonen besonders starke Transpiration mit verantwortlich, ein Faktum, das entschieden mit vollem Recht bei Betrachtung aller derartiger Prüfungsergebnisse, wie Heck verlangt, einer besonderen Würdigung bedarf. Wir haben uns zur Prüfung der Dauer- und Tiefenwirkung derselben oder ähnlicher Methoden wie die vorstehenden bedient: Bewegen der desinfizierten Hände im Luftkasten, Aufweichen derselben in überheißem Wasser, Abbürsten in sterilem Wasser oder in sterilem Wasser und mit steriler Seife, Überziehen von Gummihandschuhen mit physiologischer Kochsalzlösung und Bewegen der Hände in denselben. Auf Einzelheiten dieser Versuchsanordnungen komme ich gelegentlich der Protokollwiedergabe weiter unten zu sprechen.

Um die Leistungsfähigkeit eines Desinfektionsverfahrens richtig beurteilen zu können, ging Schumburg[2]) bei seinen Versuchsanordnungen von dem Gedanken aus, nicht etwa festzustellen, ob mit der einen oder anderen Desinfektionsart mehr oder weniger oft sich „absolute“ Sterilität — ein kaum zu erringendes Ziel — erreichen ließe, sondern wie viele der der Tageshand anhaftenden Keime sich durch eine bestimmte Methode entfernen ließen; denn diejenige, die von 1000 Keimen an einer bestimmten Hautpartie 999 beseitige, sei höher zu bewerten als eine solche, bei der von 10 000 Bakterien 999 unschädlich gemacht würden.

Zu diesem Zwecke impfte er sowohl vor als nach der Desinfektion in der oben beschriebenen Weise die Fingerspitzen ab und setzte ihre Keimzahl nach dem Desinfizieren zu derjenigen vor dem Versuch in prozentische Beziehung; wenn z. B. die Fingerspitzen vor dem Versuch 100 Keime aufwiesen und nachher nur einen, so bedeutete das eine Keimverminderung von 99 %. Dieser Modus, die Keimzahl sowohl der Gebrauchshand wie der desinfizierten Hand festzulegen und einander gegenüberzustellen, hat in den letzthin erschienenen Arbeiten von Meißner[3]) und Heck[4]) Nachahmung gefunden, wenngleich beide Verfasser auf die Angabe der prozentualen Keimverminderung verzichten und

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c.
[4]) l. c.

auch die Art und Weise der Abimpfung wie der Zahlenangabe bei beiden eine verschiedene ist.

Während Meißner, wie bereits erörtert, eine von Schumburgs Methode völlig abweichende Impftechnik verfolgte und dabei „Petrischalen“ — also wohl die kleinen von ca. $7^1/_2$ cm Durchmesser — benutzte, auch, um einen Vergleich mit den v. Brunnschen Ergebnissen zu ermöglichen, die Keimzahlen nur bis zu 50 Keimen als absolute Zahlen, die übrigen, je nach ihrer ungefähren Größe, als „mäßig viele“, „viele“, „sehr viele“ und „unzählige“ wiedergibt, ging Heck nach Schumburgs Angaben zu Werke, verwendete die großen Petrischalen (Drygalski-Schalen) von 20 cm Durchmesser und führt die gewonnenen Keimzahlen als absolute Zahlen an, soweit ihre enorme Menge nicht überhaupt eine Zählung unmöglich machte. In diesen Fällen gibt er sie als „unzählbar“ an.

Die Angabe der absoluten Zahlen, weil genauer, dürfte wohl, wenn nicht besondere Gründe für ein anderes Verfahren, wie bei Meißner, vorliegen, das geeignetere sein. Das Zählen von mehr als 200000 Keimen auf einer Platte ist allerdings recht schwierig, gelingt aber selbst dann noch unter Zuhilfenahme der Lupe und bei der nötigen Geduld und Sorgfalt mit einiger Genauigkeit wenigstens bis auf 1000 Keime. Zuweilen wurden mit dem Mikroskop Nachprüfungen vorgenommen, ohne daß in diesen Fällen erheblich mehr Keime gefunden wurden, so daß die Lupenzählung als hinreichend sicher erschien. Auch ich habe in allen Fällen den absoluten Zahlen das Resultat der Prozentberechnung hinzugefügt, wenn ich mir auch vollbewußt bin, daß diese Prozentzahlen bei weitem nicht immer den Wert der erreichten Desinfektion in richtiger Weise kennzeichnen. Ist z. B. die Tageshand zufällig verhältnismäßig keimarm und gibt bei ungünstigerer Lagerung der Keime in der Tiefe z. B. nur 500 Keime ab, während an der desinfizierten Hand noch 50 Keime abgeimpft wurden, so entspricht das einer Prozentzahl von 89,9. Wer kann aber sagen, ob nicht derselbe Desinfektionsversuch die etwaige Keimzahl der Tageshand von 50000 auch bis auf die 50 tiefer liegenden Keime, also um 49950 vermindert hätte, wenn die Keime sehr oberflächlich saßen? Dann aber würde die Keimverminderung nicht 89,9 %, sondern 99,9 % betragen! Die Angabe der Keimverminderung in Prozenten kann also auch nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen auf eine Würdigung Anspruch machen.

Das Zählen der Keime habe ich mit wenigen Ausnahmen selbst, und zwar mit der Lupe vorgenommen. Daß die Zählungen stets von derselben Person ausgeführt wurden, gewährt den Vorteil der Gleichmäßigkeit, was die unvermeidlichen Fehlerquellen beim Zählen anbelangt. Da man ja bei einigermaßen reichlichem Wachstum nur einen bestimmten Teil der Keime zählen kann, um aus dieser Zahl dann durch Multiplikation die Gesamtsumme zu finden, jede Platte aber Stellen mit dichter und weniger dicht stehenden Kolonien aufweist, so muß es dem persönlichen Urteil des Zählenden überlassen bleiben, in der Auswahl der zu zählenden dichten und weniger dichten Stellen das Richtige zu treffen. Wenn also in dieser Beziehung Fehler gemacht werden — bei einer Platte mit 10000 Keimen könnten z. B. verschiedene Zählungen leicht um einige 100 differieren —, so werden sie bei ein und derselben Person

so ziemlich die nämlichen bleiben, was für einen Vergleich der einzelnen Versuche entschieden von Wert ist.

Entsprechend der Mannigfaltigkeit der Versuchsanordnungen und der dabei sich einstellenden Fehlerquellen sind auch die Resultate der einzelnen Autoren und ihre Ansichten über die Wirkungsweise und den Wert des Alkohols als Desinfektionsmittel immerhin noch recht verschiedene. Jedenfalls aber kann man aus der Summe der Experimente und der in den Arbeiten niedergelegten klinischen Erfahrungen den Schluß ziehen, daß sich der Alkohol seit seiner Einführung in die Desinfektion durch Fürbringer einer steigenden Wertschätzung als Händedesinfiziens zu erfreuen hat, und heute dürfte wohl die Mehrzahl der Chirurgen und Bakteriologen auf dem Standpunkt Ahlfelds[1]) und v. Mikuliczs[2]) stehen: Ohne Alkohol ist keine sichere und gründliche Desinfektion denkbar.

Auch die Ergebnisse unserer Versuche, auf deren Einzelheiten ich nunmehr eingehen will, sprechen durchaus für die Richtigkeit dieses Satzes.

Aus ihnen ergibt sich, daß zur Entkeimung der Hände der hochprozentige Alkohol ein ausgezeichnetes Mittel ist. Damit entsteht zunächst die Frage, wie diese günstige Wirkung des Alkohols zu erklären ist.

Die Wirkung des Alkohols wurde früher in erster Linie von Ahlfeld als bakterizide aufgefaßt. Nach seinen Untersuchungen wurden virulente Bakterien durch Alkohol in 1—5 Minuten abgetötet, sofern es sich um angefeuchtetes Material handelte. Trockene Keime stellten sich als sehr viel widerstandsfähiger heraus, weshalb Ahlfeld und Vahle auf die vorausgehende gründliche Seifenwaschung besonderen Wert legen. Im Gegensatz dazu entfaltete nach v. Mikulicz der von ihm empfohlene Seifenspiritus dann eine schnellere keimtötende Wirkung, wenn es sich um trockene Bakterien handelte. Trockene Staphylokokken wurden bereits nach einer halben Minute(!), angefeuchtete dagegen erst in zwei Minuten abgetötet. Nach v. Mikulicz' Versuchen verschlechterte eine vorherige Seifenwaschung die Wirkung des Seifenspiritus.

Von anderer Seite (Kroenig,[3]) Paul und Sarwey[4])) wurde dagegen die bakterizide Kraft des Alkohols fast verneint. Epsteins[5]) und Sengers[6]) Versuche ergaben, daß Alkohol selbst nach 20 Minuten und länger dauernder Einwirkung und in stärkster Konzentration auf Staphylokokken und andere Bakterienarten nicht abtötend wirkte.

Schaeffer[7]) fand, daß der 90%ige Alkohol auf bestimmte Mikroorganismen, z. B. Prodigiosus, in einer Reihe von Fällen bereits nach 3 Minuten, meist allerdings erst nach 10 Minuten bakterizid wirkte,

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c.
[4]) l. c.
[5]) Epstein, Zur Frage der Alkoholdesinfektion, Zeitschr. f. Hygiene 1897 Bd. 24.
[6]) Senger, Experimentelle und klinische Untersuchungen zur Erzielung der Hautsterilität, Verhandl. d. deutschen Gesellsch. f. Chir. 1899 S. 302.
[7]) l. c. S. 65.

während andere Bakterien einer 20 Minuten langen Alkoholbehandlung widerstanden. Er erkennt jedenfalls eine gewisse desinfektorische Kraft des Alkohols auch bei einer Einwirkung von 3—5 Minuten an, wenngleich er sie nicht besonders hoch anschlägt und nach seiner Ansicht die keimabtötende Kraft keineswegs zur Erklärung der sterilisierenden Wirkung des Alkohols ausreiche.

Auf Grund der Tatsache, daß aus dem zur Desinfektion verwendeten Alkohol massenhaft Kolonien angingen, empfiehlt er auch ein mehrmaliges Wechseln desselben, damit nicht die Hand Keime aus dem bakterienreichen Alkohol mit verschleppe, ein Moment, auf das in letzter Zeit Schumburg wieder nachdrücklich hingewiesen hat. Gegenüber der Ansicht Epsteins, Salzwedels und Elsners,[1]) daß der verdünnte 50—55%ige Spiritus höheren antibakteriellen Wert besitze als der absolute, hat Schaeffer nach seinen Erfahrungen doch den Eindruck gewonnen, daß Bakterien gegenüber, die sich in organischer Umhüllung befinden, der verdünnte Spiritus dem absoluten nicht überlegen sei. Fürbringer und Freyhan[2]) kommen nach 40 Versuchen am isolierten Nagelschmutz mit den verschiedensten Alkoholkonzentrationen ebenfalls zu dem Resultat, daß der hochprozentige (90%) Spiritus größere bakterizide Kraft besitze als weniger prozenthaltiger.

Haegler[3]) tritt in Übereinstimmung mit Minervini[4]) für den 60—70%igen Alkohol ein, in welcher Konzentration er nach ihren Versuchen die beste antiseptische Wirksamkeit entfaltete.

Er spricht im übrigen dem Alkohol eine beachtenswerte bakterienschädigende Eigenschaft nicht ab, doch befähige sie denselben nicht, Keime, wie sie an und in der Haut unserer Hände vorkämen, mit Sicherheit in der für die Desinfektion in Betracht kommenden Zeit abzutöten. Auch Fürbringer,[5]) der in seiner Publikation von 1888 dem bakteriziden Einfluß des Alkohols wenig Gewicht beilegt, anerkennt in späteren Veröffentlichungen dessen eigene desinfektorische Wertigkeit, ohne freilich von der Forderuug eines weiteren der Alkoholwaschung folgenden Antiseptikums abzugehen.

In den neueren Arbeiten tritt nur Igersheim[6]) für eine erhebliche bakterizide Wirkung des Alkohols ein und empfiehlt die 60%ige Konzentration als diejenige, der eine hohe antiseptische Kraft zukomme.

Die übrigen in den letzten Jahren erschienenen Veröffentlichungen von Schumburg, Meißner und Heck erwähnen von einer bemerkenswerten keimtötenden Wirkung des von ihnen verwendeten hochprozentigen Alkohols nichts. Schumburg konnte auch bezüglich seiner Alkohol-Äther-Säuremischung keine wesentliche entwicklungshemmende Eigenschaft konstatieren.

---

[1]) Salzwedel u. Elsner, Berliner klin. Wochenschr. 1900 Nr. 23.

[2]) Fürbringer u. Freyhan, Neue Untersuchungen über die Desinfektion der Hände, Deutsche med. Wochenschr. 1897 Nr. 6.

[3]) l. c.

[4]) Minervini, Über die bakterizide Wirkung des Alkohols, Zeitschr. f. Hygiene 1898 Bd. 29.

[5]) Fürbringer, Die neuesten experimentellen Grundlagen der Händedesinfektion, Deutsche med. Wochenschr. 1895 Nr. 3 u. l. c.

[6]) Igersheim, Über die bakterizide Kraft des 60%igen Äthylalkohols, Zentralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten 1906 Bd. 40.

Überblicken wir diese Anschauungen über den antiseptischen Wert des Alkohols, so ersehen wir, daß die meisten Autoren ihm, wenigstens in höheren Konzentrationen, kaum eine nennenswerte bakterizide Wirkungsweise zuerkennen.

Die mit ihm erzielten guten Resultate, besonders die durch seine alleinige Verwendung erreichten, müssen also in anderen Eigenschaften begründet sein.

Als erster vertritt Fürbringer, namentlich in seiner Abhandlung von 1888,[1]) die Ansicht, daß der Wert des Alkohols in seiner fettlösenden und wasserentziehenden Kraft beruhe, die denselben in hervorragender Weise geeignet mache, die für eine richtige Desinfektion unbedingt erforderliche Adhäsion zwischen Epidermis und antiseptischer Lösung in kurzer Zeit und ohne Schädigung der Haut zu bewerkstelligen. Dabei macht er bereits darauf aufmerksam, daß der Alkohol ebensogut in Form des Brennspiritus Verwendung finden könne, nur dürfe der Prozentgehalt an Wasser nicht 20% übersteigen. Haegler[2]) bestätigt die fettlösende und wasserentziehende Wirkungsweise des Alkohols, indem er auf Grund mikroskopischer Untersuchungen hervorhebt, daß dieses Mittel wie kein anderes den wässerigen Sublimatlösungen den Weg in die mit Bakterien durchsetzten Zellen zu bahnen geeignet sei. Er stellte ferner wie auch später Poten[3]) und Schumburg[4]) fest, daß Äther keineswegs dasselbe leiste. Wahrscheinlich, sagt er, komme es in den Krypten und Falten der Haut zu einer Wiederausscheidung der im Äther gelösten fettigen Bestandteile des Hautsekrets, sobald dieser verdunste. Reinickes[5]) Versuche führten ihn dahin, neben dieser fettlösenden Eigenschaft in erster Linie eine mechanische, zugleich mit dem Fett Keime und Epithelien lockernde und abschwemmende Wirkung des Alkohols anzunehmen. Poten und Schaeffer[6]) schließen sich dieser Auffassung an, während Haegler sie widerlegen zu können glaubt.

Schumburg und Heck räumen der fettlösenden wie der in die Haut eindringenden und mechanisch reinigenden Kraft den gebührenden Platz ein, wenngleich Schumburg ersterer nach den mit anderen fettlösenden Mitteln, wie Äther, Benzin, Petroleum und Terpentinöl, erzielten schlechten Resultaten nicht den Hauptanteil an den vorzüglichen Desinfektionserfolgen mit Alkohol zuschreiben kann.

Meißner scheint nach seinen Ausführungen diesem fettlösenden Einfluß weniger Wert beizumessen.

Krönig machte dann zuerst auf ein weiteres Moment der Alkoholwirkung, auf die schrumpfende, härtende Kraft aufmerksam, die er allerdings ebenso wie Haegler und Paul und Sarwey nur für eine unangenehme Nebenwirkung hält, weil sie die Keimabnahme, also die Prüfung der erreichten Desinfektion erschwere, mithin eine Scheindesinfektion vortäusche. Kroenig führt gerade diesen Umstand gegen

---

[1]) l. c. S. 36.
[2]) l. c. S. 122ff.
[3]) l. c.
[4]) Schumburg, Versuche über Händedesinfektion, Arch. f. klin. Chir. Bd. 79 Heft 1 S. 18 Sep.-Abdr.
[5]) l. c.
[6]) l. c.

Reinicke ins Feld. v. Mikulicz und Haegler pflichten ihm darin bei, obwohl letzterer bereits nicht verkennt, daß das Gerben der Haut für ganz kurz dauernde Eingriffe von Vorteil sein könne, ohne allerdings nach seiner Ansicht „absolute Sicherheit“ zu gewähren. Jedenfalls nimmt auch er an, daß der Alkohol durch die warmen Körperflüssigkeiten noch besser als durch Wasser von der Hand entfernt werde, so daß die als steril erklärten Hände während der Operation bald ihre vermeintliche Keimfreiheit verlören.

Schaeffer hält hingegen wohl mit Recht den schrumpfenden Einfluß für einen entschiedenen Vorzug, solange derselbe anhalte und dadurch die Keimabgabe von den Händen auf ein Minimum beschränke.

Seine Versuche führten dahin, daß selbst durch mehr als halbstündiges Aufweichen der mit Alkohol desinfizierten Hände in heißem Wasser sowie durch 1—$2^1/_2$ stündiges Tragen von Gummihandschuhen keine nennenswerte Verschlechterung der Resultate sich einstellte.

Aber erst Schumburg erkannte in dem härtenden Einfluß des Alkohols auf die Haut gerade dessen wertvollste Eigenschaft als Desinfiziens. Er glaubt zu der Annahme berechtigt zu sein, daß durch den Alkohol nicht nur die Oberhaut, sondern auch die wohl meist klebrigen Hüllen der Bakterien in ihr gehärtet würden und die Adhäsion sich vermindere, während er die frappanten Mißerfolge selbst mit absolut steril durchgeführten Seifenwaschungen dadurch erklärt wissen möchte, daß die Hüllen der Bakterien dabei nichts von ihrer Klebrigkeit einbüßten und die Keime an der durch das Seifen aufgelockerten Haut nur fester haften blieben als sonst. Er empfiehlt deshalb, um die härtende Wirkung des Alkohols zu erhöhen, einen $^1/_2$ %igen,[1]) in seiner letzten diesbezüglichen Abhandlung einen 1%igen Formalinzusatz.[2]) Wenn Schumburg von einer durch Alkoholhärtung verminderten Adhäsion spricht, so soll dies wohl nach seinen übrigen Ausführungen so verstanden sein, daß die Adhäsion zwischen der Haut der Hände und den ihr anhaftenden Bakterien vermindert, ein Abwaschen und Abspülen der letzteren durch den Alkohol also erleichtert werde.

Ganz anders scheint Meißner[3]) die Schumburgschen Erklärungen für dessen Desinfektionserfolge zu verstehen, wenn er sagt: „Nach den neuesten Erfahrungen ist diese schrumpfende und härtende Wirkung des Alkohols gerade diejenige, welche ihn geeignet macht, die Keime auf der Haut zurückzuhalten und sie dadurch unschädlich zu machen“. Man geht danach wohl nicht fehl in der Annahme, daß Meißner bei dem von Schumburg neuerdings eingeführten Begriff der Adhäsionsverminderung an eine Herabsetzung der Keimabgabe von den Händen an die Nährböden, besonders an die mit ihnen gelegentlich der Operation in Berührung kommenden Dinge, mithin an eine Keimfixierung in der Haut denkt. Aus diesem Grunde hält es Meißner auch für unzweckmäßig, der Alkoholwaschung eine weitere Desinfektion mit Antisepticis, wie dem Sublimat, folgen zu lassen. Dadurch könne nur die

---

[1]) Schumburg, Neuere Erfahrungen über Händedesinfektion, Zeitschr. f. ärztl. Fortbildung 1907 Nr. 19 Sep.-Abdr. S. 5.

[2]) Schumburg, Die Händedesinfektion nur mit Alkohol, Deutsche med. Wochenschr. 1908 Nr. 8 S. 331.

[3]) l. c. S. 192.

Wirkung des Alkohols wieder aufgehoben werden. Er führt für diese Auffassung auch Ahlfelds und v. Mikuliczs Befunde an, nach denen die nachfolgende Sublimatdesinfektion direkt verschlechternd wirkte.

Schumburg[1]) verwandte allerdings auch zum Teil nach der Desinfektion mit Alkohol keimtötende Mittel, konnte aber bei nachfolgender Anwendung von Wasserstoffsuperoxyd z. B., das er, weil die Haut weniger angreifend, dem Sublimat vorzieht, in einigen Fällen ebenfalls nur eine geringe Erhöhung der Kolonienzahl feststellen. Dazu bemerkt er: „Es ist nicht ausgeschlossen, daß manche besonders widerstandsfähige Keime aus der Tiefe der Drüsenschläuche durch die Gasentwicklung an die Hautoberfläche befördert werden". Aus seinen Versuchen mit Sublimatbenutzung ist allerdings keine Verschlechterung, sondern eher eine Verbesserung des vorherigen Alkoholerfolges ersichtlich. Nach seiner Ansicht steht gewissermaßen zur Sicherheit des Erfolges dem nichts im Wege, nach der mechanischen Keimfreimachung der Hand noch ein Desinfektionsmittel einwirken zu lassen, wenn er dasselbe auch nicht für unbedingt erforderlich hält.

Meißner[2]) kommt auf Grund besonderer Versuche, bei denen die eine Hand in Alkohol abgerieben, die andere nur eingetaucht wurde, auch zu dem Schluß, daß das Reiben als mechanisches Moment neben dem rein chemischen Vorgang der Härtung doch eine immerhin bedeutende Rolle für die Desinfektionswirkung spiele.

Heck[3]) schließt sich Meißners Auffassung über den keimfixierenden Einfluß des Alkohols an. Auch er meint, daß das Bestreben der neueren Desinfektionsmethoden — und zu diesen rechnet er die Schumburgsche — dahin gehe, die Keime in den Rinnen und Rissen der Haut zu fixieren, und, indem er die zuvor erwähnten keimfreimachenden Wirkungen des Alkohols anerkennt, betont auch er, daß durch den schrumpfenden Einfluß desselben auch diejenigen Keime, die bei der Desinfektion nicht entfernt wurden, gewissermaßen in der Haut festgelegt würden, was ein Acetonzusatz nach dem Vorschlag v. Herffs[4]) besonders begünstige. Bei Personen, die leicht zum Schwitzen neigten, wodurch infolge schneller Aufweichung der Haut eine Keimbeförderung an die Oberfläche eintrete, würde der keimfixierende Schutz des Alkohols aufgehoben und für diese sei das Tragen von Gummihandschuhen erforderlich.

Nach allem kann man die Wirkungsweise des Alkohols als eine komplexe Erscheinung auffassen, die sich aus folgenden Momenten zusammensetzt:

1. Der Alkohol wirkt sowohl in mittleren Verdünnungen als auch in 90—96%iger Lösung und selbst bei kurzdauernder Einwirkung (1—5 Minuten) bakterizid; wahrscheinlich aber nur auf weniger widerstandsfähige Keime, und zwar vermutlich dadurch, daß er starke Diffusionsströmungen in den Bakterienkörpern hervorruft und diesen Wasser entzieht.

[1]) Schumburg, Versuche über Händedesinfektion, Arch. f. klin. Chir. Bd. 79 Heft 1 Sep.-Abdr. S. 32.
[2]) l. c.
[3]) l. c. Sep.-Abdr. S. 2.
[4]) l. c.

2. Er löst das den Händen in Gestalt des Hauttalgs anhaftende Fett und entfernt dasselbe mitsamt dem Schmutz und den darin befindlichen Bakterien.

3. Er hat die Fähigkeit, tief in die Haut, insbesondere in deren Poren und Drüsenschläuche einzudringen und die Keime hier abzutöten oder zu entfernen.

4. Die Entfernung, auch namentlich dieser tiefer gelegenen Keime, wird dadurch begünstigt, daß er die Haut wie die Hüllen der Bakterien härtet und dadurch die Adhäsion zwischen diesen und der Haut der Hände vermindert.

5. Der Alkohol wirkt schließlich gerbend und schrumpfend auf die Haut, so daß diejenigen Keime, welche nicht bei der Desinfektion entfernt wurden, für mehr oder weniger lange Zeit, jedenfalls aber in einer den meisten Operationen bezüglich der Dauer genügenden Weise in der Haut fixiert und dadurch unschädlich gemacht werden, die Keimabgabefähigkeit der Hände also vermindert wird.

Wenn unserer Ansicht nach für den definitiven Desinfektionserfolg sämtliche vorstehend geschilderten Wirkungsweisen des Alkohols in Betracht kommen, so scheint dabei der zuerst von Schumburg besonders betonte härtende Einfluß des Alkohols hauptsächlichste Bedeutung zu haben, durch den zugleich aber auch eine gewisse keimfixierende Wirkung auf besonders tiefsitzende Bakterien durch Schrumpfung und Gerben der Haut ausgeübt werden dürfte.

Eigene Versuche.

Die Versuche begannen regelmäßig I. mit der Kontrollimpfung zur Feststellung der an den Fingern vorhandenen Keime; diese bestand in Abimpfen von den ungewaschenen Fingern beider Hände, die dazu bis zum zweiten Phalangealgelenk hinauf unter Gegeneinanderreiben und Abreiben auf der Bodenfläche einer mit ca. 30 ccm verflüssigten und auf 45° abgekühlten Agars beschickten Drygalski-Schale von 20 cm Durchmesser 45 Sekunden lang hin- und herbewegt wurden, wobei der Deckel der Schale über die abimpfenden Hände gehalten, stärkerer Luftzug, Sprechen u. dgl. vermieden wurde. Zum Teil wurde die Abimpfung unter dem Schutze eines Glaskastens, dessen Vorderwand aufziehbar war, ausgeführt. Nach der Abimpfung wurde sogleich durch Schwenken der bedeckten Schale für möglichst gleichmäßige Verteilung des Impfmaterials gesorgt. Nach der Erstarrung wurden die Agarschalen zu etwa $^4/_5$ zugedeckt in den Brutschrank gestellt, um das Kondenswasser tunlichst verdunsten zu lassen. Nach 4—5 Stunden erfolgte das Zudecken und Umkehren der Platten.

Nach I. folgte II. die Waschung der Hände und Unterarme in sterilen Schalen. a) Bei Verwendung von Wasser, Seife und Bürste wurden auch diese sämtlich sterilisiert und auf gleichmäßige Temperatur des Waschwassers — stets 45—50° — geachtet. b) Bei Alkohol-, Alkoholäther- und Sublimatwaschungen wurde die Flüssigkeit — wo nichts anders bemerkt ist 200 ccm — in sterilen Meßzylindern abgemessen und in

sterile Schalen gegossen; es wurden dann mit steriler Pinzette sterile Wattetupfer einzeln in diese Schalen hineingetaucht und von der Versuchsperson mit ihnen über einer zweiten Schale die Händedesinfektion ausgeführt. Je nach der Dauer derselben wurden 5—8 Tupfer verwendet. Die Sublimatlösung wurde jedesmal frisch bereitet. Mit Alkohol ohne Prozentangabe ist immer 96 %iger Alkohol gemeint. Nach jeder Desinfektion erfolgte vor der weiteren Abimpfung eine Abspülung in sterilem fließendem Wasser bezw. physiologischer Kochsalzlösung ($^1/_2$ Minute) mit Abtrocknen in sterilen Tüchern, Mull oder Watte.

Was die übrigen Manipulationen anbetrifft, so wurde das Aufweichen der Hände in überheißem Wasser in dem obenerwähnten Kasten vorgenommen. Die bei der Ahlfeldschen Prüfungsmethode zur Verwendung kommenden Gummihandschuhe wurden, nachdem sie sterilisiert waren, mit steriler physiologischer Kochsalzlösung gefüllt, angezogen und zugeschnürt. Nach dem Abziehen wurden 3—5 Tropfen des Handschuhinhalts auf Petrischalen in verflüssigten Agar ausgesät. Zugleich erfolgte dann das erneute Abimpfen der Finger in der oben angegebenen Weise. Luftkontrollen wurden in der Weise vorgenommen, daß während des Abimpfens und unmittelbar daneben eine zweite mit Agar beschickte Schale die gleiche Zeit mit etwa 15 cm erhobenem Deckel offen gehalten wurde.

Die Zählung der Keime erfolgte nach ein- bezw. zweimal 24stündigem Belassen der Platten im Brutschrank, und zwar möglichst durch dieselbe Person. Lag ein Grund zur Annahme einer besonderen Entwicklungshemmung vor, wie z. B. nach Sublimat-, Wasserstoffsuperoxyd-, Formalindesinfektionen, so wurden sämtliche Platten des betreffenden Versuchs bis zu sechs Tagen beobachtet. Wenn wir bei den späteren Vergleichen die in diesen Fällen am zweiten und an späteren Tagen gewonnenen Resultate mit denen sonst in der Regel am ersten Tage erhaltenen verglichen haben, so dürften hierdurch erhebliche Fehlerquellen nicht entstanden sein, da sich auch uns gezeigt hat, worauf auch Schumburg aufmerksam macht, daß eine die Prozentzahl wesentlich verschiebende Keimvermehrung nicht eintritt.

A. Waschungen mit Wasser bezw. Seifenwasser (Prot. Nr. 1—3).

1. Versuchsperson K. 5 Minuten waschen in fließendem sterilem Wasser (ohne Seife und Bürste), vor und nachher je dreimalige Abimpfung der rechten Hand allein.

I. Vorher:	1. Platte:	95 310	Keime
	2. Platte:	92 880	„
	3. Platte:	221 670	„
	Durchschnitt:	136 620	„
II. Nach Waschen:	1. Platte:	182 250	„
	2. Platte:	152 010	„
	3. Platte:	110 430	„
	Durchschnitt:	148 230	„
	Keimvermehrung:	8,4 %.	

Von dem benutzten Wasser ausgesät:

1	ccm:	8184 Keime
0,5	„	3904 „
0,1	„	960 „

In einem Liter demnach (Durchschnitt): 8 530 666 Keime.

Also trotz der großen Zahl der abgewaschenen Bakterien vermehrte Keimabgabe der Hände an den Nährboden. Zugleich ergibt sich die Notwendigkeit des Wechselns der zur Desinfektion verwendeten Flüssigkeiten und eine relativ gleichmäßige Verteilung der Keime in der Waschflüssigkeit.

2. Versuchsperson K. 10 Minuten Seifen mit nicht sterilisierter Seife in Leitungswasser (ohne Wechsel und ohne Bürste), abspülen mit sterilem Wasser. Nur rechte Hand abgeimpft.

I. Vorher:	1. Platte:	70 470 Keime
	2. Platte:	134 622 „
	3. Platte:	77 760 „
	Durchschnitt:	94 284 „
II. Nach Seifen:	1. Platte:	156 060 „
	2. Platte:	110 160 „
	3. Platte:	133 380 „
	Durchschnitt:	133 200 „
	Keimvermehrung:	41,27 %.

3. Versuchsperson K. 10 Minuten Seifen und Bürsten (steril) in fließendem heißem Leitungswasser (Operationssaal); steril abspülen und abtrocknen.

I. Vorher:		49 060 Keime
II. Nach seifen:		127 170 Keime.
	Vermehrung:	159,21 %.

Nach Seifen und Bürsten also regelmäßig Keimvermehrung. Eine solche wurde auch bei allen späteren Desinfektionsmethoden, deren erster Teil in einer Seifenwaschung besteht, mit wenigen Ausnahmen gefunden, wie dies die Übersichtstabelle (Tabelle I) zeigt.

In dieser Tabelle sind sämtliche Resultate, welche nach 5 bezw. 10 Minuten langem Seifen bezw. Seifen und Bürsten, auch gelegentlich anderer, z. B. nach Ahlfeld und Fürbringer ausgeführter Versuche, sich ergaben, zusammengefaßt.

Trotz der meist, wenigstens bei Laboratoriumsversuchen steril durchgeführten Heißwasser-Seifenbürstenwaschung ergab sich fast durchweg Keimvermehrung mit Ausnahme von drei Fällen, bei denen es sich zweimal um eine künstliche Infektion der Hände mit Reinkulturen handelt. Hier sind die Hände nur oberflächlich mit großen Mengen Keimen behaftet, deren Beseitigung der Heißwasser-Seifenwaschung meist zum größten Teil gelang.

Wie diese Erscheinung der Keimvermehrung zu erklären ist, ist nicht ganz sicher. Wahrscheinlich werden die Epithelien der Haut durch das Seifen gelockert, zum Teil abgeschwemmt und dadurch die Drüsenöffnungen, aus denen sich nun die in der Tiefe befindlichen Keime reichlich entleeren können, freigemacht. Dabei ist es aber, wie auch Schumburg annimmt, nicht unmöglich, daß die — an sich infolge ihrer Hüllen wohl meist klebrigen — Bakterien an der durch das Seifen aufgelockerten Haut nur fester haften als sonst, während das Hautfett und der Hautschmutz sich leicht entfernen lassen.

Tabelle I.

Versuche mit Heißwasser-Seifenwaschung.

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer der Waschung in Minuten	Keimzahl vor dem Waschen	Keimzahl nach dem Waschen	Keimvermehrung bezw. Verminderung nach Proz.
1	2	K.	10[1]	94 284[2]	133 200[2]	+ 41,27[2]
2	11	Lehrer A.	5	41 831	151 200	+ 261,69
3	14	Pflegerin B.	5	49 310	162 084	+ 228,7
4	66	Prof. T.	5	2 430[3]	3 408	+ 40,25
5	67	Dr. S.	5	nicht abgeimpft	3 708	—
6	65	Dr. H.	5	1 004	1 338	+ 33,27
7	70	Prof. T.	5[1]	nicht abgeimpft	1 204	—
8	71	Pflegerin B.	5	„	46 710	—
9	12	San.-Uffz. D.	5	52 604	602 400	+ 1045,16
10	84	„	5	46 280	51 084	+ 10,38
11	62	K.	5	6 400	1 674	— 73,84
12	63	San.-Uffz. D.	5	261 200	303 400	+ 16,16
13	64	K.	5	25 940	309 420	+ 1092,84
14	13	San.-Uffz. Sch.	5	2 946	10 360	+ 251,66
15	4	K.	10	148 010	196 020	+ 32,42
16	7	K.	10	150 930	166 320	+ 3,51
17	3	K.	10	49 060	127 170	+ 159,21
18	5	K.	10	127 980	165 350	+ 27,63
19	6	K.	10	95 310	133 110	+ 39,87
20	8	K.	10	450 000[4]	2 916[4]	— 99,35[4]
21	9	K.	10	21 870[5]	500[5]	— 97,72[5]
22	10	K.	10	41 000[6]	43 610[6]	+ 4,9[6]

[1]) Ohne Bürste.
[2]) R. Hand. Mittlere Zahlen aus drei Platten.
[3]) Vorher bereits zweimal kurze Seifenwaschung.
[4]) Vorher Colikultur 5 Minuten eingerieben; auf beiden Platten größtenteils Coli.
[5]) Wie zulfdr. Nr. 20, aber 10 Minuten eingerieben. Auf beiden Platten größtenteils Coli.
[6]) Prodig. Kultur 15 Minuten eingerieben. Auf beiden Platten größtenteils Prodigiosus.

B. Desinfektionsversuche nach Ahlfeld (Nr. 4—6).

4. Versuchsperson K. a) 10 Minuten seifen in sterilem heißem Wasser (3—4 Liter) mit steriler Seife und steriler Bürste, steril abspülen und abtrocknen; b) 5 Minuten abreiben mit sterilen Mulltupfern und Alkohol, steril abspülen und abtrocknen.

I. Vorher: 148010 Keime
II. Nach a) seifen: 196020 Keime.
Vermehrung: 32,42 %.
III. Nach b) Alkohol: 4320 Keime.
Verminderung gegen II: 97,8 %
Verminderung gegen I: 97,08 %.

5. Versuchsperson K. a) 10 Minuten seifen und bürsten in fließendem heißem Leitungswasser (Operationssaal), steril abspülen; b) 5 Minuten abreiben mit sterilen Mulltupfern und Alkohol, abspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 127980 Keime
II. Nach a) seifen: 165350 Keime.
Vermehrung: 27,63 %.
III. Nach b) Alkohol: 1161 Keime.
Verminderung gegen II: 99,3 %
Verminderung gegen I: 99,09 %.

6. Versuchsperson K. Genau wie Versuch 5.

I. Vorher: 95310 Keime
II. Nach a) seifen: 133110 Keime.
Vermehrung: 39,87 %.
III. Nach b) Alkohol: 10441 Keime.
Verminderung gegen II: 92,92 %
Verminderung gegen I: 89,05 %.

Der Rest der in Tabelle II aufgeführten Versuche betrifft solche, bei denen sich an die Desinfektion mit Alkohol noch eine weitere Behandlung der Hände anschloß.

Tabelle II.

Versuche mit Heißwasser-Seifen-Alkoholdesinfektion (nach Ahlfeld).

(Menge des Alkohols: 200 ccm. In Versuch lfdr. Nr. 8 ist die Alkoholdesinfektion mit Wattetupfern ausgeführt worden, sonst mit Mull).

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer (Minuten) der Waschung: Seifen-	Dauer (Minuten) der Waschung: Alkohol-	Art des Alkohols in Proz.	abgespült (= a) oder abgetrocknet (= b)?	Keimzahl: vor dem Seifen	Keimzahl: nach Alkohol	Verminderung nach Proz.
1	4	K.	10	5	96	a + b	148010	4320	97,08
2	7	K.	10	5	96	a + b	150930	432	99,71
3	11	Lehrer A.	5	5	96	a + b	41831	540	98,71
4	12	San.-Uffz. D.	5	3	96	a	52604	820	98,44
5	13	San.-Uffz. Sch.	5	3	96	a	2946	72	97,56
6	14	Pflegerin B.	5	3	Brennspiritus	b	49310	4648[1]	97,13
7	5	K.	10	5	96	a + b	127980	1161	99,09
8	6	K.	10	5	96	a + b	95310	10441	89,05
9	8	K.	10	5	96	a + b	450000[2]	80[2]	99,98[2]
10	9	K.	10	5	96	a + b	21870[3]	6[3]	99,99[3]
11	10	K.	10	5	Brennspiritus	a + b	41000[4]	64[4]	99,84[4]

[1]) Stark verunreinigt (Luftkeime?)
[2]) Zugleich Coli zuvor eingerieben. Nach Alkohol keine Coli mehr.
[3]) Wie zu laufender Nr. 9.
[4]) Zugleich Prodigiosus zuvor eingerieben. Nach Alkohol keine Prodigiosus mehr.

Der Erfolg der Methode ist gegenüber der bloßen Wasserwaschung ein durchschlagender. Die Keimverminderung ist in allen 11 Versuchen eine sehr beträchtliche, 10 mal über 97 %, je 1 mal bis 99,99 %, 99,98 %

und 99,84 %. Unter letzteren die besten Resultate ergaben Versuche an künstlich mit Reinkulturen infizierten Händen, bei denen die Zahl der leichter zu beseitigenden Keime vor dem Versuch vermutlich sehr erhöht gewesen sein dürfte.

C. Desinfektionsversuche nach Fürbringer (Nr. 7—14).

7. Versuchsperson K. a) 10 Minuten seifen in 1 Liter sterilem Wasser mit steriler Seife und Bürste, steril abspülen, abtrocknen; b) 5 Minuten abreiben mit Alkohol (96 %) und Mulltupfern, abspülen, abtrocknen; c) 5 Minuten abreiben mit Sublimat (1 ‰) und Mulltupfern, abspülen, abtrocknen.

Resultat:

I. Vorher: 150930 Keime
II. Nach a) seifen: 166320 Keime.
Vermehrung: 3,51 %.
III. Nach b) Alkohol: 432 Keime.
Verminderung gegen II: 99,74 %
Verminderung gegen I: 99,71 %.
IV. Nach c) Sublimat: 18 Keime.
Verminderung gegen III: 95,84 %
Verminderung gegen I: 99,99 %.

1 ccm Seifenwasser (mit Bouillon verdünnt 1 : 9 und in Agar ausgesät) enthielt 125824 Keime. Also wurden etwa 125824000 Keime durch die Seifenwaschung entfernt.

8. Versuchsperson K. a) Nach dem Abimpfen der Tageshand abspülen des anhaftenden Agars mit sterilem Wasser, übergießen der Hände mit der Bouillonaufschwemmung einer Colikultur (auf 100 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung). 5 Minuten einreiben der Hände mit der Aufschwemmung, eintrocknen lassen der Kultur; b) 10 Minuten seifen in 3 Liter sterilen Wassers mit steriler Seife und Bürste, abspülen, abtrocknen; c) abspülen, 5 Minuten abreiben mit Alkohol (96 %) und Mulltupfern, abspülen, abtrocknen; d) abspüleu, 5 Minuten bürsten (steril) in Sublimat, abspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 3915 Keime (keine Coli)
II. Nach a) Coli: ca. 450000 Keime (meist Coli)
III. Nach b) seifen: 2916 Keime (z. T. Coli).
Verminderung gegen II: 99,35 %
Verminderung gegen I: 25,52 %.
IV. Nach c) Alkohol: 80 Keime (keine Coli mehr).
Verminderung gegen III: 97,26 %
Verminderung gegen II: 99,98 %.
V. Nach d) Sublimat: 6 Keime (keine Coli).
Verminderung gegen IV: 92,5 %
Verminderung gegen II: 99,99 %.

9. Versuchsperson K. Genau wie Nr. 8, nur wird die Colikultur 10 Minuten in die Hände verrieben.

I. Vorher: 7209 Keime (keine Coli)
II. Nach a) Coli: 21870 Keime (Coli)
III. Nach b) seifen: 500 Keime (meist Coli).
Verminderung gegen II: 97,72 %.
IV. Nach a) Alkohol: 6 Keime (keine Coli).
Verminderung gegen III: 98,98 %
Verminderung gegen II: 99,99 %.
V. Nach d) Sublimat: 2 Keime (keine Coli).
Verminderung gegen IV: 66,67 %
Verminderung gegen II u. III: 99,99 %.

0,5 ccm unter b benutzten Seifenwassers ausgesät: 8019 Keime, also etwa 16038000 Keime in 1 Liter, die durch die Seifenwaschung von den Händen entfernt wurden.

10. Versuchsperson K. a) wie 8, nur wird statt Coli diesmal Prodigiosus (10 Normalösen in 100 ccm steriler, physiologischer Kochsalzlösung) 15 Minuten eingerieben und eintrocknen gelassen. Ferner wird unter c) statt Alkohol Brennspiritus (etwa 90 bis 92 %iger) benutzt. Die Platten wurden, nachdem sie einen Tag im Brutschrank gestanden, am 2. Tag bei Zimmertemperatur gehalten, um die Farbstoffentwicklung besser zustande kommen zu lassen.

I. Vorher: 15390 Keime
II. Nach a) Prodigiosus: 41000 Keime (größtenteils Prodigiosus)
III. Nach b) seifen: 43610 Keime (größtenteils Prodigiosus)
Vermehrung gegen II: 4,9 %.
IV. Nach c) Brennspiritus: 64 Keime (keine Prodigiosus)
Verminderung gegen III: 99,86 %
Verminderung gegen II: 99,84 %.
V. Nach d) Sublimat: 27 Keime (keine Prodigiosus)
Verminderung gegen IV: 57,82 %
Verminderung gegen II: 99,93 %.

1 ccm des unter b benutzten Seifenwassers auf Agar ausgesät: 1152 Keime, also etwa 1152000 Keime in 1 Liter, die durch Seifenwaschung entfernt wurden. Nach beendeter Alkoholdesinfektion wird von 3 zu derselben verwendeten Tupfern, jeder ca. 40 ccm Brennspiritus fassend, einer direkt in verflüssigten Agar gelegt; die beiden anderen werden je in 400 ccm Kochsalzlösung gebracht und von dieser 0,1 bezw. 0,5 ccm in Agar ausgesät. Für Verteilung des Materials im Agar wie in der Kochsalzlösung wird durch Schwenken der Schalen und Umherziehen und Wenden der Tupfer in der Flüssigkeit gesorgt.

I. Brennspiritustupfer: 942 Keime
II. Brennspiritustupfer (0,1 Alk.-Kochsalz): 30 Keime
III. Brennspiritustupfer (0,5 Alk.-Kochsalz): 640 Keime.

Die geringe bakterizide Wirksamkeit des Alkohols, wenigstens in Form des Brennspiritus in der für die Desinfektion in Frage kommenden Zeit, geht deutlich genug aus diesen letzten Zahlen hervor.

Die Prüfung des benutzten Waschwassers ergibt auch in diesen Versuchen trotz vermehrter Keimabgabefähigkeit nach Seifen eine erhebliche Keimabschwemmung.

Für die Alkoholdesinfektion wie für das Seifen empfiehlt sich also häufiger Wechsel der Flüssigkeit.

Im folgenden wird die Zeit der Seifenwaschung auf 5 Minuten herabgesetzt, die der Alkohol- und Sublimatanwendung ist verschieden (2 bis 5 Minuten). Die Versuche mit Reinkulturen werden verlassen.

11. Versuchsperson Lehrer A.

a) 5 Minuten steriles Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen, abtrocknen; b) 5 Minuten abreiben mit Alkohol und Mulltupfern, abspülen, abtrocknen; c) 3 Minuten abreiben mit Sublimat (1 ‰) und Mulltupfern, abspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 41831 Keime.
II. Nach a) seifen: 151200 Keime.
Vermehrung: 261,69 %.
III. Nach b) Alkohol: 540 Keime.
Verminderung gegen II: 99,66 %,
Verminderung gegen I: 98,71 %.
IV. Nach c) Sublimat: 5 Keime.
Verminderung gegen III: 99,1 %,
Verminderung gegen I u. II: 99,99 %.

12. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. a) 5 Minuten steriles Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen, abtrocknen; b) abspülen, 3 Minuten abreiben mit Alkohol (nachgewiesen steril) und handtellergroßen sterilen Wattetupfern, abspülen; c) abspülen, 3 Minuten abreiben mit Sublimat (1 ‰) und Wattetupfern, abspülen; d) Agar abspülen, 1—2 Minuten übergießen und abreiben mit nachgewiesen sterilem Schwefelammonium, abspülen.

I. Vorher: 52604 Keime.
II. Nach a) seifen: 602400 Keime.
Vermehrung: 1045,16 %.
III. Nach b) Alhohol: 820 Keime.
Verminderung gegen II: 99,86 %,
Verminderung gegen I: 98,44 %.
IV. Nach c) Sublimat: 49 Keime.
Verminderung gegen III: 94,02 %,
Verminderung gegen I: 99,91 %,
Verminderung gegen II: 99,99 %.
V. Nach d) Schwefelammonium: 124 Keime.
Vermehrung gegen IV: 153,06 %,
Verminderung gegen III: 84,88 %,
Verminderung gegen I: 99,76 %.

13. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier Sch. Wie 12, aber 2 ‰iges Sublimat.

I. Vorher: 2946 Keime,
II. Nach a) seifen: 10360 Keime.
Vermehrung: 251,66 %.
III. Nach b) Alkohol: 72 Keime.
Verminderung gegen II: 99,31 %,
Verminderung gegen I: 97,56 %.

IV. Nach c) Sublimat: 4 Keime.
Verminderung gegen III: 94,44 %,
Verminderung gegen II: 99,96 %,
Verminderung gegen I: 99,86 %.
V. Nach d) Schwefelammonium: 21 Keime.
Vermehrung gegen IV: 425,00 %,
Verminderung gegen III: 70,83 %,
Verminderung gegen II: 99,80 %,
Verminderung gegen I: 99,29 %

14. Versuchsperson Pflegerin B. a) 5 Minuten steriles Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen; b) 3 Minuten abreiben mit Brennspiritus und Watte, abtrocknen; c) 2 Minuten bürsten mit Sublimat (1 %o), abspülen, abtrocknen. I. Vorher: 49310 Keime.
II. Nach a) seifen: 162084 Keime.
Vermehrung: 228,7 %.
III. Nach b) Spiritus: 4648 Keime
(stark durch Luftkeime verunreinigt).
Verminderung gegen II: 99,57 %,
Verminderung gegen I: 97,13 %.
IV. Nach c) Sublimat: 2 Keime.
Verminderung gegen III: 99,96 %,
Verminderung gegen I u. II: 99,99 %.

Tabelle III enthält eine Zusammenstellung dieser nach Fürbringers Methode ausgeführten Desinfektionen.

Der Endeffekt ist in allen Fällen recht gut: meist sehr niedrige Keimzahlen und große Verminderung (99,94 %). Es mußte natürlich dabei in den Fällen, wo vor der letzten Abimpfung nur mit Wasser abgespült wurde, mit einer Entwicklungshemmung durch Sublimat gerechnet werden. Wie indessen aus den beiden Kontrollversuchen (lfde. Nr. 7 u. 8) hervorgeht, bei denen Neutralisation durch Nachspülen mit Schwefelammonium durchgeführt ist, tritt auch dann keine das Gesamtergebnis wesentlich verschlechternde Keimzahl auf. Immerhin wurden statt 49 bezw. 4, 124 bezw. 21 Keime gezählt, wodurch der Prozentsatz von 99,91 bezw. 99,86 auf 99,76 bezw. 99,29 herabgedrückt wird. Die Abspülung mit Schwefelammonium wurde wegen ihrer die Hände stark angreifenden Wirkung nicht öfter angewendet, doch geht auch aus diesen beiden Versuchen schon hervor, daß die Fürbringersche Methode, selbst bei Einschränkung der Waschzeiten (5—3—2 Minuten), Vorzügliches leistet.

D. Desinfektionsversuche allein mit Alkohol bezw. Brennspiritus mit und ohne Zusatz von $^1/_2$ % konzentrierter Salpetersäure (nach Schumburg). (Prot. Nr. 15—20.)

15. Versuchsperson K. 5 Minuten abreiben mit 60 %igem Alkohol und Mulltupfern, abspülen.
I. Vorher: 607500 Keime,
II. Nachher: 11313 Keime.
Verminderung: 98,14 %.

Tabelle III.

Desinfektion der Hände nach Fürbringer.

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer der Waschung (Minuten) mit: Seife	Alkohol	Sublimat	Sublimat: mit Watte, Mull oder Bürste?	Sublimat: abgespült (a), abgetr. (b), oder ausgefällt (c)	Keimzahl: vor dem Seifen	Keimzahl: nach Sublimat	Verminderung nach Proz.
1	7	K.	10	5	5	Mull	a + b	150 930	18	99,99
2	11	Lehrer A.	5	5	3	„	a + b	41 831	5	99,99
3	14	Pflegerin B.	5	3 (Brennspiritus)	2	Bürste	a + b	49 310	2	99,99
4	12	San.-Uffz. D.	5	3	3	Watte	a + c + a[1])	52 604	124	99,76
5	13	San.-Uffz. Sch.	5	3	3 (2% Sublimat)	„	a + e + a[2])	2 946	21	99,29
6	8	K.	10	5	5	Bürste	a + b	450 000[3]) (Coli)	6[3]) (keine Coli)	99,99[3])
7	9	K.	10	5	5	„	a + b	21 870[4]) (Coli)	2[4]) (keine Coli)	99,99[4])
8	10	K.	10	5 (Brennspiritus)	5	„	a + b	41 000[5]) (Prodig.)	27[5]) (keine Prod.)	99,93[5])

[1]) Nach Sublimat mit H_2O abgespült, abgeimpft, wieder mit H_2O abspülen, mit Schwefelammonium und nochmals mit H_2O abspülen.
[2]) Wie zu lfdr. Nr. 4.
[3]) Zuvor Coli eingerieben (s. Tabelle I Nr. 20).
[4]) Wie zu lfdr. Nr. 6 (s. Tabelle I Nr. 21).
[5]) Zuvor Prodigiosus eingerieben (s. Tabelle I Nr. 22).

16. Versuchsperson Prof. O. 3 Minuten abreiben mit Alkohol (60%), dem $^1/_2$%ige Salpetersäure zugesetzt ist, und Watte, abspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 18210 Keime,
II. Nachher: 2600 Keime.
Verminderung: 85,72 %.

Der desinfektorische Wert des 60%igen Alkohols ist demnach deutlich. Durch Säurezusatz keine Verbesserung.

17. Versuchsperson K. 5 Minuten abreiben mit Brennspiritus (92%) und Mulltupfern.

I. Vorher: 121470 Keime,
II. Nachher: 492 Keime.
Verminderung: 99,6 %.
III. Brennspiritustupfer in Agar: 5 Keime.

18. Versuchsperson Prof. O. 2 Minuten abreiben mit Brennspiritus und Wattetupfern.

I. Vorher: 137220 Keime,
II. Nachher: 16 Keime.
Verminderung: 99,99 %.

19. Versuchsperson K. Genau wie 18.
I. Vorher: 216846 Keime,
II. Nachher: 18 Keime.
Verminderung: 99,99 %.

20. Versuchsperson K. 5 Minuten abreiben mit Brennspiritus und ½%igem Salpetersäurezusatz und Watte. Die Hände werden nach der Desinfektion ca. 5 Minuten an der Luft getrocknet.
I. Vorher: 2mal abgeimpft, 1. Platte 149208 Keime,
2. Platte 142060 Keime,
Durchschnitt 145634 Keime.
II. Nachher: 19 Keime.
Verminderung: 99,99 %.

21. Versuchsperson Dr. R. Wie 20, doch werden die Hände während des Trocknens gegeneinander gerieben.
I. Vorher: 1302 Keime,
II. Nachher: 11 Keime.
Verminderung: 99,16 %.

22. Versuchsperson Prof. O. Wie 21, aber nur 2 Minuten desinfiziert.
I. Vorher: 188118 Keime,
II. Nachher: 22 Keime.
Verminderung: 99,99 %.

23. Versuchsperson Lehrer A. 5 Minuten abreiben mit Alkohol (96 %) und Mulltupfern, steriles Abspülen und Abtrocknen.
I. Vorher: 170100 Keime,
II. Nachher: 928 Keime.
Verminderung: 99,45 %.

24. Versuchsperson K. Wie 23, rechte und linke Hand werden aber gesondert abgeimpft.
I. Vorher: R. 150660 Keime,
L. 142860 „
Durchschnitt: 146710 „
II. Nachher: R. 4759 „
L. 3321 „
Durchschnitt: 4040 „
Verminderung: 97,25 %.

25. Versuchsperson K. 5 Minuten abreiben mit Alkohol und ½%igem Salpetersäurezusatz, abspülen.
I. Vorher: 23908 Keime,
II. Nachher: 2900 Keime.
Verminderung: 87,87 %.

In den beiden nachstehenden Tabellen IVa u. b sind, um die direkte Alkoholwirkung zu zeigen, sämtliche Versuche mit Alkohol bezw. Brennspiritus (mit und ohne Säurezusatz) zusammengestellt, in der Tabelle IVb also auch die gelegentlich der Ahlfeldschen und Fürbringerschen Desinfektionen ausgeführten Alkoholwaschungen, diese aber nur unter Berücksichtigung der nach dem Seifen erhaltenen Keimzahlen und dementsprechender Prozentberechnung nochmals wiederholt.

Tabelle IVa.

Versuche mit Alkohol und Brennspiritus (mit und ohne Säurezusatz). Alkoholwirkung o h n e vorheriges Seifen.

(Menge des Alkohols: 200 ccm.)

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer der Alkoholdesinfektion in Minuten	Art des Alkohols (Salpetersäure = S)	Mull (M) oder Watte (W)	abgespült (a) oder abgetrocknet (b)	Keimzahl vor der Alkoholdesinfektion	Keimzahl nach der Alkoholdesinfektion	Keimverminderung in Proz.
1	15	K.	5	60%	M	a	607 500	11 313	98,14
2	16	Prof. O.	3	60% + ½% S	W	a + b	18 210	2600	85,72
3	17	K.	5	Brennspiritus	M	—	121 470	492	99,6
4	18	Prof. O.	2	„	W	—	137 220	16	99,99
5	19	K.	2	„	W	—	216 846	18	99,99
6	21	Dr. R.	5	„ + ½% S	W	trocknen lassen [1]	1 302	11	99,16
7	20	K.	5	„	W	„	145 634	19	99,99
8	22	Prof. O.	2	„	W	„ [2]	188 118	22	99,99
9	92	San.-Uffz. D.	2	96%	W	a	158 600	174	99,89
10	24	K.	5	„	M	a + b	146 710 [3]	4040 [3]	97,25 [3]
11	23	Lehrer A.	5	„	M	„	170 100	928	99,45
12	25	K.	5	„ + ½% S	W	a	23 908	2900	87,87

[1]) Hände nach der Desinfektion 5 Minuten gerieben.
[2]) Wie zu lfdr. Nr. 6.
[3]) Durchschnittszahlen. Rechte und linke Hand gesondert abgeimpft.

Zunächst geht daraus hervor, daß der Desinfektionswert des 60%igen Alkohols geringer anzuschlagen ist als der des hochprozentigen. Säurezusatz scheint die Resultate weder zu verbessern noch zu verschlechtern. Schumburg hat ihn ja auch weniger seiner antiseptischen Wirkung wegen empfohlen als vielmehr wegen seiner die Haut konservierenden Eigenschaften. Die Resultate werden durch eine vorausgehende Auflockerung der Haut durch Seifenwaschung jedenfalls nicht verbessert, vielleicht sogar verschlechtert.

Dementsprechend ist auch der Endeffekt der Ahlfeldschen Desinfektionen (Tabelle II), verglichen mit dem der alleinigen Waschungen, mit hochprozentigem Alkohol (Tabelle IVa) geringer zu bewerten (Tabelle IVa — ohne Nr. 1 u. 2 —: unter 9 Versuchen 7mal über 99%, 4mal 99,99% Tabelle II: unter 11 Versuchen 5mal über 99%, je 1mal 99,99% bezw. 99,98% Keimverminderung). Auffallend ist die ganz vorzügliche Wirkung des Brennspiritus (nie unter 99%: unter 6 Versuchen der Tabelle IVa: 4mal 99,99% Verminderung, darunter 3mal nur 2 Minuten desinfiziert). Dabei haben die in ihm enthaltenen Pyridinbasen nach den Versuchen Seeligs keinerlei keimtötende oder auch nur entwicklungshemmende Eigenschaften, wie auch Schumburg erwähnt, so daß die Frage, woher die Verbesserung kommt, zunächst offen bleiben muß.

Tabelle IVb.

Versuche mit Alkohol und Brennspiritus. Alkoholwirkung nach vorherigem Seifen.
(Menge des Alkohols: 200 ccm.)

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer der Alkoholdesinfektion in Minuten	Art des Alkohols	Mull (M) oder Watte (W)	abgespült (a) oder abgetrocknet (b)	Keimzahl der Alkoholdesinfektion vor	Keimzahl der Alkoholdesinfektion nach	Keimverminderung in Proz.
1	14	Pflegerin B.	5	Brennspiritus	W	b	162 084	4 648[1]	99,57
2	4	K.	5	96%	M	a + b	196 020	4 320	97,8
3	11	Lehrer A.	5	„	M	„	151 200	540	99,66
4	7	K.	5	„	M	„	166 320	432	99,74
5	5	K.	5	„	M	„	165 350	1 161	99,3
6	6	K.	5	„	M	„	133 110	10 441	92,92
7	12	San.-Uffz. D.	3	„	W	a	602 400	820	99,86
8	13	San.-Uffz. Sch.	3	„	W	a	10 360	72	99,31
9	10	K.	5	Brennspiritus	M	a + b	43 610[2] (meist Prodig.)	64[2] (kein Prodig.)	99,86
10	8	K.	5	96%	M	„	2 916[3] (meist Coli)	80[3] (keine Coli)	97,26
11	9	K.	5	„	M	„	500[4] (meist Coli)	6[4] (kein Coli)	98,98

[1]) Verunreinigt (Luftkeime?).
[2]) Prodigiosus zuvor eingerieben.
[3]) Coli zuvor eingerieben.
[4]) Wie zu lfdr. Nr. 10.

E. Desinfektionsversuche mit Schumburgscher Alkohol-Äthermischung (2 Teile Alkohol, 1 Teil Äther, ½% konzentrierte Salpetersäure). (Prot. Nr. 26—34.)

Die Menge des Desinfiziens beträgt in allen Versuchen 150 ccm.

26. Versuchsperson K. 2 Minuten abreiben mit Schumburgscher Mischung (kurz „Schumburg“) und Mulltupfern.

I. Vorher: 162540 Keime
II. Nachher: 17 Keime
Verminderung: 99,99%.

27. Versuchsperson K. Genau wie 26.

I. Vorher: 187390 Keime
II. Nachher: 43 Keime
Verminderung: 99,98%.

28. Versuchsperson K. 2 Minuten abreiben mit „Schumburg“ und Wattetupfern, abspülen.

I. Vorher: 181030 Keime
II. Nachher: 54 Keime
Verminderung: 99,98%.

29. Versuchsperson Pflegerin B. Wie 28, nur 3 Minuten desinfizieren und abtrocknen statt abspülen.

I. Vorher: 172380 Keime
II. Nachher: 11 Keime
Verminderung: 99,99%.

30. Versuchsperson Prof. O. 2 Minuten abreiben mit „Schumburg“ ohne Säure und mit Watte, darauf nur lufttrocken werden lassen.

I. Vorher: 160660 Keime
II. Nachher: 29 Keime
Verminderung: 99,98%.

Luftkontrollplatte während der Impfung der 2. Platte offen gehalten: 20 Keime!

Bei den folgenden Versuchen wird jedesmal eine zweifache Abimpfung vorgenommen. Nach der sonst üblichen Abimpfung werden die Hände 2 Minuten mit steriler Bürste (ohne Seife) in 100 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung abgebürstet und 2 Schalen mit verflüssigtem Agar mit je 5 ccm des Waschwassers beschickt, um aus der Zahl der so abgebürsteten Keime auf den Bakteriengehalt der Hand vor und nach der Desinfektion Schlüsse zu ziehen.

31. Versuchsperson Dr. R. a) 2 Minuten bürsten in Kochsalzlösung; b) 2 Minuten „Schumburg“, Watte abspülen; c) 2 Minuten bürsten wie unter a).

I. Vorher: 54360 Keime
II. Nach b) „Schumburg“: 5 Keime
Verminderung: 99,99%.
III. Waschwasser von a) vor „Schumburg“:
1. Platte 128014 Keime
2. Platte: 126982 Keime
mithin ca. 2549960 Keime in 100 ccm.
IV. Waschwasser von c) nach „Schumburg“:
1. Platte: 6210 Keime
2. Platte: 5740 Keime
ca. 119500 Keime in 100 ccm
Verminderung: 99,95%.

32. Versuchsperson Dr. R. Genau wie 31.

I. Vorher: 8490 Keime
II. Nach b) „Schumburg“: 184 Keime
Verminderung: 97,83%
III. Wasser von a) vor „Schumburg“:
1. Platte: 72800 Keime
2. Platte: 59310 Keime
ca. 1331100 Keime in 100 ccm
IV. Wasser von c) nach „Schumburg“:
1. Platte: 790 Keime
2. Platte: 382 Keime
ca. 11720 Keime in 100 ccm
Verminderung: 99,12%.

33. Versuchsperson Dr. R. Wie 31, nur wird statt der Bürste steriler Bimstein verwendet.

I. Vorher: 3780 Keime
II. Nach b) „Schumburg“: 9 Keime
Verminderung: 99,76 %
III. Waschwasser von a) vor „Schumburg“:
1. Platte: 2830 Keime
2. Platte: 3240 Keime
ca. 60700 Keime in 100 ccm
IV. Waschwasser von c) nach „Schumburg“:
1. Platte: 23 Keime
2. Platte: 18 Keime
ca. 410 Keime in 100 ccm
Verminderung: 99,32 %.

34. Versuchsperson Dr. R. Wie 31, nur werden statt der Bürsten und Wattetupfer sterile Leinenlappen verwendet.

I. Vorher: 9720 Keime
II. Nach b) „Schumburg“ mit Leinen: 282 Keime
Verminderung: 97,10 %
III. Waschwasser von a) vor „Schumburg“:
1. Platte: 8060 Keime
2. Platte: 5860 Keime
ca. 139200 Keime in 100 ccm
IV. Waschwasser von c) nach „Schumburg“:
1. Platte: 107 Keime
2. Platte: 21 Keime
ca. 1280 Keime in 100 ccm
Verminderung: 99,08 %.

In den folgenden 3 Versuchen wird der Desinfektion mit „Schumburg“ nach Abimpfung noch eine Sublimatwaschung (1 ‰) angeschlossen. Auf verschiedene Weise wird dann versucht, den entwicklungshemmenden Einfluß des den Händen anhaftenden Sublimats auszuschalten.

35. Versuchsperson K. a) 2 Minuten „Schumburg“ mit Watte, abspülen; b) 2 Minuten abreiben mit Sublimat (1 ‰ 300 ccm) und Watte, 3—4 Minuten abreiben mit 200 ccm sterilen Wassers in derselben Art, wie die Alkohol-, „Schumburg“- und Sublimatdesinfektionen ausgeführt werden, mit 2 sterilen Schalen usw.

I. Vorher: 204324 Keime
II. Nach a) „Schumburg“: 97 Keime
Verminderung: 99,95 %
III. Nach b) Sublimat: 1184 Keime
Vermehrung gegen II: 1120,62 %
Verminderung gegen I: 99,42 %.

36. Versuchsperson K. a) 2 Minuten „Schumburg“ mit Watte; b) 3 Minuten Sublimat (1 ‰, 300 ccm) und Watte, ½ Minute abspülen.

I. Vorher: 286304 Keime
II. Nach a) „Schumburg“: 73 Keime
Verminderung: 99,98 %
III. Nach b) Sublimat: 1042 Keime
Vermehrung gegen II: 1327,4 %
Verminderung gegen I: 99,64 %.

Luftkontrolle während des Abimpfens von II offen gehalten: 16 Keime.

37. Versuchsperson Prof. O. a) 2 Minuten „Schumburg“ mit Watte, steril abtrocknen; b) 2 Minuten Sublimat mit Watte, steril abtrocknen.

I. Vorher: 19460 Keime
II. Nach a) „Schumburg“: 7 Keime
Verminderung: 99,97 %
III. Nach b) Sublimat: 1190 Keime
Vermehrung gegen II: 16900 %
Verminderung gegen I: 93,88 %.

38. Versuchsperson K. Wie 28, aber nicht abgetrocknet, sondern lufttrocknen lassen.

I. Vorher: 21200 Keime
II. Nach a) „Schumburg“: 3 Keime
Verminderung: 99,99 %
III. Nach b) Sublimat: 324 Keime
Vermehrung gegen II: 10700 %
Verminderung gegen I: 98,47 %.

Diese Versuche mit Sublimat zeigen im Gegensatz zu Schumburgs und unsern eigenen nach Fürbringers Methode gemachten Erfahrungen mit Sublimat sämtlich nur eine Verschlechterung des zuvor durch Ätheralkohol erzielten Desinfektionserfolges, obwohl keinmal eine energische Eliminierung des Quecksilbers wie durch Schwefelammonium zur Anwendung kam, man also die Keimzahl nach Sublimat eher noch als zu niedrig infolge Hemmung ansehen muß. In Tabelle V sind sämt-

Tabelle V.

Versuche mit Alkoholäther-Säuremischung (nach Schumburg).

(Menge des Desinfiziens: 150 ccm.)

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer (Minuten) der Desinfektion	Mull (M), Watte (W) oder Leinen (L)	abgespült (= a), abgetrocknet (= b) oder trocknen lassen (= c)	Keimzahl vor Schumburg	Keimzahl nach Schumburg	Verminderung nach Prozent
1	26	K.	2	M	—	162450	17	99,99
2	27	K.	2	M	—	187390	43	99,98
3	28	K.	2	W	a	181030	54	99,98
4	35	K.	2	W	a	204324	97	99,95
5	36	K.	2	W	—	286304	73 [1]	99,98
6	37	Prof. O.	2	W	b	19460	7	99.97
7	38	K.	2	W	c	21200	3	99,99
8	29	Pflegerin B.	3	W	b	172380	11	99.99
9	30	Prof. O.	2	W	c	160660	29 [2]	99,98
10	31	Dr. R.	2	W	a	54360	5	99,99
11	32	„	2	W	a	8490	184	97,83 [3]
12	33	„	2	W	a	3780	9	99,76
13	34	„	2	L	a	9720	282	97,10

[1]) Luftkontrolle: 16 Keime.
[2]) Luftkontrolle: 20 Keime.
[3]) Vor der Desinfektion die Hände 2 Minuten in steriler Kochsalzlösung abgebürstet bezw. abgerieben.

liche Versuche mit Schumburgscher Mischung, auch die mit nachfolgender Sublimatwaschung, aber ohne Berücksichtigung der letzteren zusammengestellt.

Die Alkoholäthermischung hat demnach neben dem Brennspiritus die besten Resultate ergeben. Wenn man von den letzten vier Versuchen absieht, bei denen die Haut durch vorausgegangenes Bürsten in Kochsalzlösung durch Auflockern der Epidermis im Schumburgschen Sinne ungünstig beeinflußt wurde (und selbst von diesen Versuchen zeigt einer sogar noch 99,99 % Verminderung), so finden wir als Mindestleistung je einmal 99,95 % und 99,97 %, sonst nur 99,98 % oder 99,99 % bei sehr niedrigen absoluten Keimzahlen, und selbst diese noch sicherlich zuweilen zu hoch mit Rücksicht auf die Luftkontrollen in Nr. 5 u. 9. Die Verwendung der härteren Leinwand statt Watte oder Mull hat vielleicht zu dem relativ schlechtesten Ergebnis des Versuchs Nr. 13 mit beigetragen.

Die nächsten Experimente beziehen sich auf Prüfung des Alkohols bezw. Brennspiritus, dem nach Schumburgs Vorschlag Formalin zugesetzt wurde. In allen Fällen wurde mit Wattebäuschen desinfiziert.

F. Desinfektionsversuche mit Formalin-Alkohol bezw. -Brennspiritus (Prot. Nr. 39—57 und 64—69).

a) Formalinzusatz 0,5 %.

39. Versuchsperson Prof. O. 2 Minuten abreiben mit 200 ccm Formalinbrennspiritus, abspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 15 420 Keime
II. Nachher: 56 Keime
Verminderung: 99,64 %.

40. Versuchsperson Prof. O. 3 Minuten abreiben mit 300 ccm Formalinbrennspiritus, abtrocknen.

I. Vorher: 7810 Keime
II. Nachher: 14 Keime
Verminderung: 99,82 %.

41. Versuchsperson K. Genau wie 40.

I. Vorher: 132 504 Keime
II. Nachher: 136 Keime
Verminderung: 99,90 %
III. Luftkontrolle zu II: 10 Keime.

42. Versuchsperson Prof. O. Wie 40. Nach der Desinfektion werden die Hände 2 Minuten im Luftkasten gerieben.

I. Vorher: 7264 Keime
II. Nachher: 48 Keime
Verminderung: 99,34 %
III. Luftkontrolle zu II: 6 Keime.

Bei Nr. 40, 41 und 42 wurden die Schalen von Anfang an zugedeckt in den Brutschrank gestellt und waren zum Teil von Kondenswasser überschwemmt.

43. Versuchsperson K. Wie 40, aber 5 Minuten desinfiziert; Menge: 200 ccm.

I. Vorher: 132 360 Keime
II. Nachher: 702 Keime
Verminderung: 99,47 %
III. Luftkontrolle zu II: 9 Keime.

44. Versuchsperson K. 2 Minuten abreiben mit 200 ccm Formalinalkohol, abspülen mit sterilem Ammoniak, nachspülen mit sterilem Wasser, abtrocknen.

I. Vorher: 32 608 Keime
II. Nachher: 14 Keime
Verminderung: 99,99 %.

45. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. Wie 44, aber nur 150 ccm Formalinalkohol.

I. Vorher: 347 200 Keime
II. Nachher: 127 Keime
Verminderung: 99,96 %.

Nach Abimpfung II wird der den Händen anhaftende Agar mit sterilem Wasser kurz abgespült, worauf sterile, mit Kochsalzlösung gefüllte Gummihandschuhe angezogen werden. Nachdem die Versuchsperson darin 45 Minuten ihrer Laboratoriumsbeschäftigung nachgegangen ist, werden die Handschuhe von einer zweiten Person vorsichtig ausgezogen, 5 Tropfen des aus den Handschuhfingern herauslaufenden Wassers direkt in Agar fallen gelassen und die Hand in einer weiteren Agarschale wie üblich abgeimpft. In derselben Weise ist auch bei späteren Versuchen mit Handschuhen verfahren worden.

III. Nach $^3/_4$ stündigem Handschuhtragen: 3 980 Keime
VI. 5 Tropfen Handschuhwasser: 29 Keime.

46. Versuchsperson K. 2 Minuten Abreiben mit 300 ccm Formalinalkohol, abspülen mit Ammoniak, nachspülen mit sterilem Wasser.

I. Vorher: 107 402 Keime
II. Nachher: 6 Keime
Verminderung: 99,99 %
III. 3 Tropfen des gebrauchten Formalinalkohols ausgesät: 5 Keime.

47. Versuchsperson K. a) 3 Minuten abreiben mit 300 ccm Formalinalkohol, abtrocknen; b) abspülen mit Ammoniak, nachspülen; c) 2 Minuten mit 150 ccm Formalinalkohol, abspülen mit Ammoniak, nachspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 396 072 Keime
II. Nach a) Formalinalkohol: 1 620 Keime
Verminderung: 99,59 %
III. Nach b) Ammoniak: 2 990 Keime
Verminderung: 99,25 %
VI. Nach c) Formalinalkohol u. Ammoniak: 2 430 Keime
Verminderung gegen IV: 18,73 %
Verminderung gegen I: 99,39 %.

48. Versuchsperson K. a) 3 Minuten abreiben mit 200 ccm Formalinalkohol, abspülen; b) abspülen, 30 Minuten in Gummihandschuhen hantiert.

I. Vorher: 135460 Keime
II. Nach a) Formalinalkohol: 67 Keime
Verminderung: 99,95 %
III. Nach b) 30 Minuten Handschuhtragen: 46 Keime
IV. 3 Tropfen Handschuhwasser: 53 Keime.

49. Versuchsperson (Chirurg) Prof. T. (Operationssaal). a) 3 Minuten abreiben mit Formalinalkohol (Menge desselben unbestimmt) zwecks Vorbereitung zur Operation, abspülen; b) desinfizieren des Operationsgebietes, anziehen des sterilen Operationsmantels; darauf (8 Minuten nach beendeter Abimpfung) a) anziehen der Gummihandschuhe in Kochsalzlösung. Nach 1 Stunde 10 Minuten ausziehen der Handschuhe und verbinden des Patienten. Dabei faßt die Versuchsperson auch nicht sterile Gegenstände an. $1^1/_2$ Stunden nach der Desinfektion erfolgt die Abimpfung b).

I. Vorher: nicht abgeimpft.
II. Nach a) Formalinalkohol: 38 Keime.
III. Nach b) $1^1/_2$ stündiger Operation in Handschuhen: 902 Keime.

b) Steigender Formalinzusatz (1 bis 5 %).

50. Versuchsperson Prof. O. 2 Minuten abreiben mit 300 ccm 1%igem Formalinalkohol, abtrocknen.

I. Vorher: 27 Keime
II. Nachher: steril.

51. Versuchsperson Lehrer M. Wie 50, aber 3 Minuten.

I. Vorher: 168080 Keime
II. Nachher: steril.

52. Versuchsperson K. 3 Minuten abreiben mit 300 ccm 2%igem Formalinbrennspiritus, abspülen mit Ammoniak, nachspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 17806 Keime
II. Nachher: 59 Keime.
Verminderung: 99,67 %.
III. 5 Tropfen des benutzten Formalinspiritus ausgesät: 5 Keime.

53. Versuchsperson Lehrer A. Wie 50, aber 2%igen Formalinzusatz.

I. Vorher: 4590 Keime
II. Nach 2%igem Formalinalkohol: steril.

54. Versuchsperson K. 3 Minuten abreiben mit 3%igem Formalinbrennspiritus, die Hände im Luftkasten trocknen lassen und 2 Minuten gegeneinander gerieben.

I. Vorher: 128604 Keime
II. Nachher: steril.

Am 4. Tage wird die Platte II mit 2 Ösen Reinkulturen von Pseudodiphtherie beschickt. Dieselben gehen gut an.

55. Versuchsperson Lehrer C. Wie 50, aber 3%iger Formalinalkohol.

I. Vorher: 25380 Keime
II. Nachher: steril.

56. Versuchsperson Lehrer F. Wie 50, aber 4 %iger Formalinzusatz.

I. Vorher: 27402 Keime
II. Nachher: steril.

57. Versuchsperson Lehrer N. Wie 50, aber 5 %iger Formalinzusatz.

I. Vorher: 41672 Keime
II. Nachher: steril.

Um festzustellen, inwieweit das Formalin an den vorstehenden Desinfektionserfolgen Anteil habe, wurden noch folgende Versuche mit Formalinwasser angestellt.

58. Versuchsperson Prof. O. a) 2 Minuten abreiben mit sterilem destilliertem Wasser und 5 %igem Formalinzusatz; b) 2 Minuten abreiben mit 0,5 %igem Formalinalkohol, abtrocknen.

I. Vorher: 294940 Keime
II. Nach a) Formalinwasser: steril
III. Nach b) Formalinalkohol: steril.

Platte II bleibt auch noch am 6. Tage steril, nachdem 2 Tage zuvor Reinkulturen darauf ausgestrichen worden waren.

59. Versuchsperson Prof. O. a) 2 Minuten abreiben mit Leitungswasser und 0,5 %igem Formalinzusatz, abtrocknen; b) 2 Minuten abreiben mit 5 %igem Formalinalkohol, abtrocknen.

I. Vorher: 107180 Keime
II. Nach a) Formalinwasser: steril
III. Nach b) Formalinalkohol: steril.

60. Versuchsperson K. a) 3 Minuten mit 5 %igem Formalinwasser, abtrocknen; b) abspülen mit sterilem Ammoniak, nachspülen, abtrocknen.

I. Vorher: 75330 Keime
II. Nach a) Formalinwasser: 48210 Keime.
Verminderung: 36 %.
III. Nach b) Ammoniak: 46170 Keime.
Verminderung: 38,71 %.

61. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. a) 5 Minuten abreiben mit 1 %igem Formalinwasser, abtrocknen; b) abspülen mit sterilem Ammoniak, abtrocknen.

I. Vorher: 223412 Keime
II. Nach a) Formalinwasser: 27420 Keime.
Verminderung: 87,73 %.
III. Nach b) Ammoniak: 34228 Keime.
Verminderung: 84,68 %.

Einerseits geht hieraus hervor, daß das Formalin an sich auch für die Händedesinfektion einen gewissen desinfektorischen Wert hat, andererseits kann man aus allen diesen Versuchen erkennen, daß auch schon geringe Reste von Formalin, wenn sie nicht vor der Abimpfung durch Ammoniak entfernt werden, in die Nährböden gebracht, auf die Keimentwicklung hemmend einwirken können, was jedoch nicht ständig (vgl. 60), jedenfalls nicht immer in erheblichem Maße (vgl. 52 u. 61) der Fall zu sein braucht.

Die nächste Tabelle VI stellt eine Übersicht aller mit Formalin-

alkohol bezw. -brennspiritus gemachten Erfahrungen dar, einschließlich der weiter unten zu besprechenden Versuche, in denen der Desinfektion eine Seifenwaschung vorausgeschickt wurde, die aber nur so weit mit aufgenommen wurden, als eine Abimpfung auch nach dem Seifen vorgenommen wurde, also die direkte Formalinalkoholwirkung auf den Bakteriengehalt der geseiften Hand prozentual zum Ausdruck gebracht werden konnte.

Tabelle VI.

Versuche mit Formalin-Alkohol bezw. Brennspiritus.

(Versuche lfdr. Nr. 22—25 wurden gelegentlich der Vornahme von Operationen gestellt.)

Laufende Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Vorher Seifen?	Dauer (Min.) der Alkoholdesinfektion	Menge (ccm) und Art des Alkohols	Formalzusatz in Prozenten	abgespült (= a), abgetrocknet (= b), Ammoniak (= c)	Keimzahl vor der Desinfektion	Keimzahl nach der Desinfektion	Verminderung nach Proz.
1	39	Prof. O.	nein	2	200 B [1]	0,5	a + b	15 420	56	99,64
2	40	„	„	3	300 B	0,5	b	7 810	14	99,82
3	41	K.	„	3	300 B	0,5	b	132 504	136 [2]	99,90
4	42	Prof. O.	„	3	300 B	0,5	b	7 264	48 [3]	99,34
5	43	K.	„	5	200 B	0,5	b	132 360	704 [4]	99,47
6	54	K.	„	3	300 B	3	Luft trocknen lassen	128 604	steril [5]	100
7	52	K.	„	3	300 B	2	c + a + b	17 806	59	99,67
8	44	K.	„	2	200 A [6]	0,5	c + a + b	32 608	14	99,99
9	45	San.-Uffz. D.	„	2	150 A	0,5	c + a	347 200	127	99,96
10	46	K.	„	2	300 A	0,5	c + a	107 402	6	99,99
11	47	K.	„	3	300 A	0,5	c + a	396 072	2990	99,25
12	62	K.	ja	3	200 A	0,5	a	1 674	10	99,40
13	63	San.-Uffz. D.	„	3	200 A	0,5	a	303 400	806	99,73
14	64	K.	„	3	200 A	0,5	c + a	309 420	98	99,97
15	48	K.	nein	3	200 A	0,5	a	135 460	67	99,95
16	50	Prof. O.	„	2	300 A	1	b	27	steril	100
17	51	Lehrer M.	„	3	300 A	1	b	168 080	„	100
18	53	Lehrer A.	„	2	300 A	2	b	4 590	„	100
19	55	Lehrer C.	„	2	300 A	3	b	25 380	„	100 [7]
20	56	Lehrer F.	„	2	300 A	4	b	27 402	„	100
21	57	Lehrer N.	„	2	300 A	5	b	41 672	„	100
22	49	Prof. T.	„	3	[8]	0,5	a	nicht abgeimpft	38	—
23	65	Dr. H.	ja	3	[8]	0,5	b	1 338	23	98,28
24	66	Prof. T.	„	3	[8]	0,5	Luft trocknen lassen	3 408	92	97,30
25	67	Dr. Sch.	„	3	[8]	0,5	„	3 780	163	95,69

[1]) B = Brennspiritus.
[2]) Luftkontrolle: 10 Keime.
[3]) Luftkontrolle: 6 Keime. 2 Minuten Hände im Kasten gerieben.
[4]) Luftkontrolle: 9 Keime.
[5]) Hände 2 Minuten im Kasten gerieben. Hemmung?
[6]) A = Alkohol (96%).
[7]) Hemmung?
[8]) Menge des Alkohols unbestimmt.

Die sterilen Platten bei Verwendung höherer als 0,5 %iger Formalinzusätze ohne Eliminierung durch Ammoniak in den Versuchen lfdr. Nr. 6 und 16—21 sind zweifellos auf Entwicklungshemmung zurückzuführen. Letztere spielt auch gewiß bei einem Teil der übrigen Resultate eine gewisse Rolle, die aber nicht erheblich sein kann. Wie aus lfdr. Nr. 7 bis 11 und 14 ersichtlich, sind auch die Ergebnisse nach gründlicher Formalinbeseitigung durch Ammoniak keineswegs schlechter als ohne diese Maßnahme, ja sogar gerade die größte prozentuale Keimverminderung ist in diesen Versuchen zu konstatieren, wobei bemerkt sei, daß dem Ammoniak nach Schumburg kein bakterizider oder hemmender Einfluß eigen ist, wie auch eine von uns angestellte Probe bewies: 3 Tropfen nicht aufgekochten Ammoniaks aus einer alten Laboratoriumsflasche ließen 24192 Keime in einer Agar-Petri-Schale zur Entwicklung kommen.

Immerhin wurde in allen Fällen der Ammoniak noch durch Abspülen mit sterilem Wasser, einigemal außerdem noch durch steriles Abtrocknen entfernt.

Im allgemeinen ist die keimvermindernde Wirkung des Formalinalkohols durchaus befriedigend, namentlich wenn man von den Desinfektionsversuchen gelegentlich der Vornahme von Operationen absieht, bei denen sich, wie oben gesagt, Fehlerquellen viel schwerer vermeiden lassen als bei Laboratoriumsversuchen, die die Prüfung des Desinfiziens als alleinigen Zweck verfolgen.

Diese Tatsache geht u. E. aus der Tabelle deutlich hervor. Während die 14 Laboratoriumsversuche (diejenigen mit sterilen Platten mögen ausscheiden) keine Prozentzahl unter 99, 6 mal solche mit 99,9, 2 mal mit 99,99 aufweisen, werden diese Zahlen von keinem der Operationssaalversuche erreicht, deren Maximum bei 98,28 % Keimverminderung liegt. Die Vorschrift, das Desinfiziens mittels Wattebäuschen aus dem Behälter zu entnehmen und über einer zweiten Schale die Hände zu waschen, wurde nicht immer strikte durchgeführt; mehrere Personen desinfizierten sich aus einer gemeinsamen Schüssel, wobei nach ungefährer Berechnung meist das Quantum des Waschmittels unter 200 ccm betrug, die Wattebäusche auch nicht genügend häufig gewechselt wurden. Dazu kommt noch die durch Hin- und Hergehen des Personals vermehrte Luftbewegung, die ja schon, wie aus den Luftkontrollen ersichtlich, auf die Laboratoriumsergebnisse nicht ohne Einfluß gewesen sein muß. Auch die bei Operationssaalversuchen meist vorausgeschickte Heißwasser-Seifenwaschung hat, wie aus folgenden Untersuchungen hervorgeht, auf den Endeffekt vielleicht verschlechternd eingewirkt.

G. Desinfektionsversuche mit Heißwasser-Seifenwaschung und 0,5 proz. Formalinalkohol (Prot. Nr. 62—72).

62. Versuchsperson K. a) 5 Minuten steriles Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen; b) 3 Minuten abreiben mit Formalinalkohol, abspülen; c) Agar abspülen und 30 Minuten Gegeneinanderreiben der Hände im Luftkasten.

I. Vorher: 6400 Keime
II. Nach a) seifen: 1674 Keime
Verminderung: 73,84%
III. Nach b) Formalinalkohol: 10 Keime
Verminderung gegen I: 99,84%
Verminderung gegen II: 99,40%
IV. Nach c) 30 Minuten Reiben: 204 Keime.

63. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen; b) 3 Minuten Formalinalkohol, abspülen; c) Agar abspülen, 50 Minuten hantieren in Kochsalz-Gummihandschuhen.

I. Vorher: 261200 Keime
II. Nach a) seifen: 303400 Keime
Vermehrung: 16,16%
III. Nach b) Formalinalkohol: 806 Keime
Verminderung gegen I: 99,69%
Verminderung gegen II: 99,73%
IV. Nach c) Handschuhe: 7560 Keime
V. 10 Tropfen Handschuhwasser: 94 Keime.

64. Versuchsperson K. a) 5 Minuten steriles Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen; b) 3 Minuten Formalinalkohol, abspülen mit Ammoniak, nachspülen; c) 30 Minuten hantieren in mit heißer Kochsalzlösung gefüllten Handschuhen.

I. Vorher: 25940 Keime
II. Nach a) seifen: 309420 Keime
Vermehrung: 1092,84%
III. Nach b) Formalinalkohol und Ammoniak: 98 Keime
Verminderung gegen I: 99,62%
Verminderung gegen II: 99,97%
IV. Nach c) Handschuhe: 728 Keime
V. 10 Tropfen Handschuhwasser: 37 Keime.

Nr. 65—70: Versuche gelegentlich der Vornahme von Operationen.

(Die Seifenwaschung wird mit fließendem heißem Wasser aus der Heißwasserleitung im Operationssaal vorgenommen. Menge des Formalinalkohols unbestimmt.)

65. Versuchsperson Dr. H. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten; b) 3 Minuten Formalinalkohol und steril abtrocknen; c) Agar abspülen mit Formalinalkohol (15 Sekunden), nach einer weiteren Minute anziehen der Gummihandschuhe, 1 Stunde 40 Minuten operieren.

I. Vorher: 1004 Keime
II. Nach a) seifen: 1338 Keime
Vermehrung: 33,27%
III. Nach b) Formalinalkohol: 23 Keime
Verminderung gegen I: 97,71%
Verminderung gegen II: 98,28%
IV. Nach c) operieren in Handschuhen: 47 Keime.

66. Versuchsperson Prof. T. a) Nach zwei kurz vor der Abimpfung vorgenommenen gewöhnlichen Seifenwaschungen je von ca. 2 Minuten

Dauer, 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten, steril abtrocknen; b) 3 Minuten Formalinalkohol, Hände lufttrocknen lassen; c) Agar mit sterilen Tupfern abgewischt, 5 Minuten desinfizieren der Leistengegend des Patienten, Anziehen der Handschuhe, 1 Stunde 15 Minuten operieren.

I. Vorher: 2430 Keime
II. Nach a) seifen: 3408 Keime
Vermehrung: 40,25%
III. Nach b) Formalinalkohol: 92 Keime
Verminderung gegen I: 96,21%
Verminderung gegen II: 97,30%
IV. Nach c) operieren in Handschuhen: 358 Keime
V. 5 Tropfen Handschuhwasser: 32 Keime.

67. Versuchsperson Dr. Sch. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten, abtrocknen; b) 3 Minuten Formalinalkohol, Hände lufttrocknen lassen; c) Handschuhe anziehen, 1 Stunde 30 Minuten operieren. Vor dem Versuch nicht abgeimpft.

I. Nach a) seifen: 3780 Keime
II. Nach b) Formalinalkohol: 163 Keime
Verminderung: 95,69%
III. Nach c) operieren in Handschuhen: 182 Keime.

68. Versuchsperson Dr. D. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten, 3 Minuten Formalinalkohol, abspülen in steriler Kochsalzlösung; b) Anziehen der Handschuhe, 1 Stunde 15 Minuten operieren in diesen, Ausziehen der Handschuhe 20 Minuten danach, während welcher Zeit die Versuchsperson verbindet usw. und dabei auch nicht sterile Sachen anfaßt, abimpfen. Vor und nach dem Seifen nicht abgeimpft.

I. Nach a) seifen und Formalinalkohol: 46 Keime
II. Nach b) operieren in Handschuhen usw. 1382 Keime.

69. Versuchsperson Pflegerin B. (Desinfiziert sich zum ersten Male, dazu mit besonders langen Nägeln, die auch während der Desinfektion nicht gekürzt werden.) a) 7 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten, 3 Minuten Formalinalkohol, abspülen in steriler Kochsalzlösung; b) 20 Minuten vergehen von Beendigung der Abimpfung bis zum Anziehen der Handschuhe; danach $1^1/_2$ stündiges Instrumentieren in Handschuhen. Vor und nach dem Seifen nicht abgeimpft.

I. Nach a) seifen und Formalinalkohol: 270 Keime
II. Nach b) instrumentieren in Handschuhen: 14120 Keime.

70. Versuchsperson Prof. T. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifen (ohne Bürste), abspülen; b) 3 Minuten Formalinalkohol, abspülen in Kochsalzlösung und $1^1/_2$ stündiges Operieren in Gummihandschuhen. Vor seifen nach Formalinalkohol nicht abgeimpft.

I. Nach a) seifen: 1204 Keime
II. Nach b) Formalinalkohol und Operieren in Handschuhen: 2960 Keime.

71. Versuchsperson Pflegerin B. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen; b) 3 Minuten Formalinalkohol, abspülen in Kochsalzlösung und $1^1/_2$ stündiges Instrumentieren in Gummihandschuhen. Vor seifen nach Formalinalkohol nicht abgeimpft.

I. Nach a) seifen: 46710 Keime
II. Nach b) Formalinalkohol und instrumentieren in Handschuhen: 1182 Keime.

Gelegentlich der Versuche 70 u. 71 konnte festgestellt werden, daß die vor der Operation in offenen Schüsseln aufgestellte Kochsalzlösung, zur Aufnahme der Handschuhe bestimmt, nachdem drei Personen sich darin Handschuhe angezogen hatten, eine nicht unerhebliche Anzahl von Keimen (Luftkeime und Händekeime, die durch die vorausgegangene Desinfektion nicht entfernt worden waren) aufwies.

72. Versuchsperson Prof. T. a) 5 Minuten Heißwasser-Seifenbürsten und steril abtrocknen, $5^1/_2$ Minuten Formalinalkohol, Hände an der Luft trocknen lassen und 3 Minuten gegeneinanderreiben; b) 1 Minute Agar abwaschen in Formalinalkohol, 7 Minuten ohne Handschuhe Operationsgebiet desinfizieren, sterilen Operationsmantel anziehen, darauf Handschuhe und in diesen 2 Stunden operieren.

I. Vorher: 718 Keime
II. Nach a) seifen und Formalinalkohol: 15 Keime
Verminderung: 97,91%
III. Nach b) 2 Stunden operieren: 13 Keime.

Tabelle VII gibt eine Übersicht über vorstehende Versuche mit Ausnahme von Nr. 70, 71 u. 72, da bei diesen nicht direkt nach der Formalinalkohol-Desinfektion, sondern erst nach längerem Operieren abgeimpft werden konnte.

Tabelle VII.

Versuche mit Heißwasser-Seifen-, 0,5%iger Formalinalkohol-Desinfektion.

(Versuche lfdr. Nr. 4—9 wurden gelegentlich der Vornahme von Operationen angestellt.)

Lfde. Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer (Min.) der Waschung: Seifen-	Dauer (Min.) der Waschung: Formalin-Alkohol-	Menge (ccm) des Alkohols	abgespült (= a), abgetrocknet (= b), lufttrocknen lassen (= c) oder Ammoniak (= d)	Keimzahl: 1. Vor dem Versuch	Keimzahl: 2. Nach Seifen	Keimzahl: 3. Nach Formalinalkohol	Keimverminderung oder Vermehrung gegen 1 (%)
1	62	K.	5	3	200	a	6 400	1 674	10	99,84
2	63	San.-Uffz. D.	5	3	200	a	261 200	303 400	806	99,69
3	64	K.	5	3	200	d + a	25 940	309 420	98	99,62
4	69	Pflegerin B.	7	3	unbestimmt	a	nicht abgeimpft		270	—
5	68	Dr. D.	5	3	„	a	„	„	46	—
6	65	Dr. H.	5	3	„	b	1 004	1 338	23	97,71
7	66	Prof. T.	5	3	„	c	2 430	3 408	92	96,21
8	67	Dr. Sch.	5	3	„	c	nicht abgeimpft	3 780	163	—
9	72	Prof. T.	5	$5^1/_2$	„	c	718	nicht abgeimpft	15 [1])	97,91

[1]) Hände zuvor 3 Minuten an der Luft gerieben.

Wieder, prozentual wenigstens, wesentlich bessere Resultate bei den Laboratoriumsversuchen: keine Prozentzahl unter 99,6%, Maximum 99,84% gegen 96,21% bezw. 97,91% bei Operationsversuchen. Die absoluten

Keimzahlen nach der Desinfektion sind in beiden Fällen nicht hoch, in den der Praxis entnommenen Proben im Durchschnitt sogar eher niedriger als bei den im Laboratorium vorgenommenen Prüfungen. Daß sich das Prozentverhältnis zugunsten der letzteren verschiebt, liegt in den hohen Bakterienzahlen vor der Desinfektion begründet. Man muß hier also ganz besonders neben den Prozent- auch die absoluten Zahlen berücksichtigen, ein Punkt, auf den wir bereits gelegentlich der allgemeinen Vorbemerkungen zu unseren Versuchen aufmerksam gemacht haben.

Bei der Verwendung von Formalinalkohol wurde von einigen Personen, besonders von den Chirurgen, welche der Desinfektion eine 5 Minuten lange Waschung mit Bürste und Seife vorausgeschickt hatten, über unangenehme hautschädigende Nachwirkungen geklagt.

H. Desinfektionsversuche mit 10 % bezw. 33 1/3 % und 50 %igem Azetonalkohol (nach von Herff, Heck, Oeri). (Prot. Nr. 73—79.)

Menge: 200 ccm, Desinfektion stets mit Wattebäuschen.

73. Versuchsperson K. 3 Minuten abreiben mit 10 %igem Acetonalkohol, steril abspülen.

I. Vorher:	584 930 Keime
II. Nachher:	10 840 Keime
Verminderung:	98,14 %.

74. Versuchsperson K. a) Wie 73; b) Agar abspülen, 45 Minuten hantieren in mit Kochsalzlösung gefüllten Gummihandschuhen.

I. Vorher:	52 090 Keime
II. Nach a) Acetonalkohol:	1 394 Keime
Verminderung:	97,32 %
III. Nach b) Handschuhe:	2 324 Keime
IV. In 3 Tropfen Handschuhwasser:	198 Keime

75. Versuchsperson San.-Feldw. H. Wie 73, außerdem noch steril abtrocknen.

I. Vorher:	258 270 Keime
II. Nachher:	1 040 Keime
Verminderung:	99,60 %.

76. Versuchsperson Prof. O. 2 Minuten abreiben mit 33 1/3 %igem Acetonalkohol.

I. Vorher:	1 214 Keime
II. Nachher:	112 Keime
Verminderung:	90,78 %.

77. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. 3 Minuten abreiben mit 50 %igem Acetonalkohol, steril abspülen und abtrocknen.

I. Vorher:	263 100 Keime
II. Nachher:	236 Keime
Verminderung:	99,91 %.

78. Versuchsperson K. Genau wie 77.

I. Vorher: 182 960 Keime
II. Nachher: 37 068 Keime
Verminderung: 79,74 %.
III. Luftkontrolle zu II: 9 Keime

79. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier Sch. Wie 77, aber ohne abtrocknen.

I. Vorher: 12 470 Keime
II. Nachher: 3 028 Keime
Verminderung: 75,72 %.

Nach vorstehendem können wir die nach den Versuchen von v. Herff, Heck und Oeri sich ergebende erhöhte Desinfektionskraft des Acetonalkohols gegenüber dem reinen Alkohol nicht bestätigen. Jedenfalls wurde eine Verbesserung der keimvermindernden Wirkung des Alkohols durch selbst 50 %igen Azetonzusatz in keinem unserer Versuche erzielt. Dagegen wurde, wie auch Heck beobachtete, von verschiedenen Versuchspersonen über eine die Haut stark angreifende Nebenwirkung (Rissig- und Brüchigwerden) geklagt. Es wurden nun noch Alkoholdesinfektionen geprüft unter Zusatz von 1 ‰ Sublimat und 10 % Wasserstoffsuperoxyd.

Tabelle VIII.

Versuche mit Acetonalkohol (nach v. Herff).

(Menge des Desinfiziens: 200 ccm.)

Lfde. Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer der Desinfektion in Minuten	Acetonzusatz in Prozenten	Keimzahl vor der Desinfektion	Keimzahl nach der Desinfektion	Verminderung in Prozenten
1	73	K.	3	10	584 930	10 840	98,14
2	74	K.	3	10	52 090	1 394	97,32
3	75	San.-Feldw. H.	3	10	258 270	1 040	99,60
4	76	Prof. O.	2	33 1/3	1 214	112	90,78
5	77	San.-Uffz. D.	3	50	263 100	236	99,91
6	78	K.	3	50	182 960	37 068 [1])	79,74
7	79	San.-Uffz. Sch.	3	50	12 470	3 028	75,72

[1]) Luftkontrolle: 9 Keime.

J. Desinfektionsversuche mit 1 ‰ igem Sublimatalkohol. (Prot. Nr. 80—84.)

(Menge: 200 ccm.)

80. Versuchsperson K. 3 Minuten abreiben mit Sublimatalkohol und Watte, steril abtrocknen.

I. Vorher: 397 418 Keime
II. Nachher: steril.

Der den Händen trotz Abtrocknens anhaftende Sublimatrest hemmt hier so stark, daß die Platte auch steril bleibt, nachdem am 4. Tage eine schmutzige Tageshand darauf abgerieben wird.

81. Versuchsperson K. Desinfektion wie 80, $^1/_2$ Minute abspülen mit nachgewiesen (!) sterilem Wasser.

I. Vorher: 46 170 Keime
II. Nachher: 4 000 Keime
Verminderung: 91,34 %.

Hier ist von Hemmung auf Platte II nichts zu bemerken, Luftkontrolle steril.

82. Versuchsperson K. 2 Minuten Sublimatalkohol, Hände 10 Minuten im Luftkasten in heißem sterilem Wasser bewegt.

I. Vorher: 5 812 Keime
II. Nachher: 13 Keime
Verminderung: 99,78 %
III. Luftkontrolle zu II: 43 Keime

83. Versuchsperson K. Wie 82, aber 3 Minuten desinfiziert, außerdem wird das Wasser nach 5 Minuten gewechselt und von dem zweiten Wasser 5 ccm ausgesät.

I. Vorher: 13 640 Keime
II. Nachher: 1 Keim
Verminderung: 99,99 %
III. Wasserplatte: 8 Keime

84. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. a) 5 Minuten steriles Heißwasser-Seifenbürsten, abspülen; b) 3 Minuten Sublimatalkohol, abspülen; c) 2 Minuten abspülen und abreiben mit sterilem Schwefelammonium und nachspülen mit Wasser.

I. Vorher: 46 280 Keime
II. Nach a) seifen: 51 084 Keime
Vermehrung: 10,38 %.
III. Nach b) Sublimatalkohol: 31 Keime
Verminderung gegen II: 99,94 %
Verminderung gegen I: 99,93 %
IV. Nach c) Schwefelammonium und H_2O: 648 Keime
Verminderung gegen II: 98,73 %
Verminderung gegen I: 98,60 %
Vermehrung gegen III: 1990,32 %.

Hier also wieder erhebliche Hemmung durch den wenn auch noch so geringen Sublimatrest (vgl. III u. IV). Tabelle IX faßt die Sublimatalkoholversuche zusammen.

Die Zahl der mit Sublimatzusatz angestellten Alkohol-Desinfektionsversuche ist nur gering. Obwohl, wie aus Versuch 80 u. 84 ersichtlich, die Entwicklungshemmung durch das den Händen anhaftende, nicht durch Schwefelammonium neutralisierte Sublimat bei diesen Versuchen eine Rolle spielt, ist trotzdem nicht immer ein sicherer und der alleinigen Alkoholdesinfektion gegenüber verbesserter Erfolg festzustellen. Allerdings mag auch bei diesen Versuchen die Luftverunreinigung, wie die in Versuch Nr. 82 angestellte Luftkontrolle zeigt, zur Erhöhung der Keimzahlen beigetragen haben. Da jedenfalls die Versuche keine besonders hervorragenden Ergebnisse zeitigten und auch der die Haut schädigende Einfluß des Sublimats sowie die von anderen Autoren beobachtete Giftwirkung desselben mit ins Gewicht fällt, haben wir von weiteren Alkoholversuchen mit Sublimatzusatz abgesehen und statt dessen Desinfektionsversuche mit Wasserstoffsuperoxyd-Alkohol angestellt.

Tabelle IX.

Versuch mit Sublimatalkohol.

(200 ccm — 1 ‰.)

Lfde. Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Dauer (Min.) der Hg-Alkoholdesinfektion	Wie Sublimat eliminiert?	Keimzahl vor der Hg-Alkoholdesinfektion	Keimzahl nach der Hg-Alkoholdesinfektion	Keimverminderung in Proz.
1	81	K.	3	mit nachgewiesen sterilem H_2O abgespült	46 170	4 000 [2]	91,34
2	80	K.	3	steril abgetrocknet	397 418	steril [3]	100
3	82	K.	2	10 Min. in heißem sterilem Wasser im Luftkasten bewegt	5 812	13 [4]	99,78
4	83	K.	3	wie zu 3; 1 mal Wasser gewechselt	13 640	1 [5]	99,99
5	87	San.-Uffz. D.	3	1. abspülen und abimpfen, H_2O 2. abspülen, Schwefelammonium, H_2O	51 084 [1]	Nach 1: 31 Nach 2: 648	99,94 98,73

[1]) Vorher: 5 Minuten steril seifenbürsten.
[2]) Luftkontrolle: steril.
[3]) Hemmung: siehe Protokoll.
[4]) Luftkontrolle: 43 Keime.
[5]) Wasser (vom Aufweichen) in 5 ccm: 8 Keime.

K. Desinfektionsversuche mit Alkohol und 10 %-Wasserstoffsuperoxydzusatz bezw. Nachbehandlung (Menge: 200 ccm). (Prot. Nr. 85—92.)

85. Versuchsperson K. 2 Minuten abreiben mit H_2O_2-Alkohol und Watte, steril abspülen.

I. Vorher: 208 Keime.
II. Nachher: 12 Keime.
Verminderung: 94,23 %.

86. Versuchsperson K. a) Wie 85, aber abtrocknen statt abspülen; b) Agar abspülen, 15 Minuten aufweichen und reiben der Hände im Dampfbad.

I. Vorher: 4720 Keime.
II. Nach a) H_2O_2-Alkohol: 49 Keime.
Verminderung: 98,96 %.
III. Nach b) 15 Minuten aufweichen: 21 Keime.
Verminderung gegen I: 99,56 %.

87. Versuchsperson K. Wie 86 a; b) 10 Minuten aufweichen und reiben der Hände in sterilem heißem Wasser.

I. Vorher: 220 Keime.
II. Nach a) H_2O_2-Alkohol: 6 Keime.
Verminderung: 97,26 %.
III. Nach b) 10 Minuten aufweichen: 9 Keime.
Verminderung gegen I: 95,91 %.

88. Versuchsperson K. a) 3 Minuten abreiben mit H_2O_2-Alkohol, abspülen; b) wie 87 b.

I. Vorher: 683284 Keime.
II. Nach a) H_2O_2-Alkohol: 6400 Keime.
Verminderung: 99,06 %.
III. Nach b) 10 Minuten aufweichen: 8040 Keime.
Verminderung gegen I: 98,82 %.

89. Versuchsperson K. a) Wie 86 a; b) wie 87 b, aber 15 Minuten unter dem Luftkasten.

I. Vorher: 11940 Keime.
II. Nach a) H_2O_2-Alkohol: 402 Keime.
Verminderung: 96,63 %.
III. Nach b) 15 Minuten aufweichen: 29 Keime.
Verminderung gegen I: 99,76 %.

90. Versuchsperson K. a) Wie 88 a, aber nur 2 Minuten; b) wie 89 b.

I. Vorher: 509300 Keime.
II. Nach a) H_2O_2-Alkohol: 410 Keime.
Verminderung: 99,92 %.
III. Nach b) 15 Minuten aufweichen: 47400 Keime.
Verminderung: 90,69 %.

91. Versuchsperson Sanitätsfeldwebel H. a) 3 Minuten abreiben mit Alkohol und Watte, abspülen, 2 Minuten abreiben mit wässeriger 10 %iger H_2O_2-Lösung, abspülen; b) Agar abspülen, übergießen und abreiben (ohne Watte) mit 150 ccm 10 %iger Ferrosulfatlösung, nachspülen.

I. Vorher: 205760 Keime.
II. Nach a) Alkohol und H_2O_2: 58180 Keime.
Verminderung: 71,72 %.
III. Nach b) Ferrosulfat: 64000 Keime.
Verminderung gegen I: 68,90 %.

92. Versuchsperson Sanitätsunteroffizier D. a) 2 Minuten abreiben mit Alkohol und Watte, abspülen; b) 2 Minuten abreiben mit wässeriger 10 %iger H_2O_2-Lösung, abspülen; c) Agar abspülen, 1 Minute abreiben mit 150 ccm 10 %iger Ferrosulfatlösung, nachspülen.

I. Vorher: 158600 Keime.
II. Nach a) Alkohol: 174 „
Verminderung: 99,89 %.
III. Nach b) H_2O_2: 270 „
Verminderung gegen I: 99,83 %.
Vermehrung gegen II: 55,17 %.
IV. Nach c) Ferrosulfat: 700 „
Verminderung gegen I: 99,56 %.
Vermehrung gegen II: 302,30 %.

Tabelle X.

Versuche mit Alkohol (96%) und 10% Wasserstoffsuperoxydzusatz bezw. nachfolgender Wasserstoffsuperoxydbehandlung.

(Menge des Desinfiziens: 200 ccm.)

Lfde. Nr.	Protokoll-Nr.	Versuchsperson	Art und Dauer der Desinfektion	Wie H_2O_2 entfernt?	Keimzahl vor der H_2O_2-Alkoholdesinfektion	Keimzahl nach der H_2O_2-Alkoholdesinfektion	Keimverminderung in Proz.
1	85	K.	H_2O_2-Alkohol 2 Minuten	abgespült	208	12	94,23
2	87	K.	H_2O_2-Alkohol 2 Minuten	a) abgetrocknet		6	97,26
				b) 10 Minuten aufweichen in heißem Wasser	220	9	95,91
3	89	K.	H_2O_2-Alkohol 2 Minuten	a) abgetrocknet		402	96,63
				b) 15 Min. heißem Wasser	11 940	29	99,76
4	90	K.	H_2O_2-Alkohol 2 Minuten	a) abgetrocknet		410	99,92
				b) 15 Min. heißem Wasser	509 300	47 400	90,69
5	86	K.	H_2O_2-Alkohol 2 Minuten	a) abgetrocknet		49	98,96
				b) 15 Minuten aufweichen i. Dampfbad	4 720	21	99,56
6	88	K.	H_2O_2-Alkohol 3 Minuten	a) abgespült		6 400	99,06
				b) 10 Min. heißem Wasser	683 284	8 040	98,82
7	92	San.-Uffz. D.	Alkohol: 2 Min. 10% H_2O_2: 2 Minuten	a) abgespült		270	99,83
				b) mit Ferrosulfat	158 600	700	99,56
8	91	San.-Feldw. H.	Alkohol: 3 Min. 10% H_2O_2: 2 Minuten	a) abgespült		58 180	71,72
				b) mit Ferrosulfat	205 760	64 000	68,90

Aus Tabelle X geht hervor, daß der Wasserstoffsuperoxydzusatz keine Verbesserung bedeutet. Selbst ohne Neutralisation durch Ferrosulfat erfolgte in einzelnen Fällen sogar eine recht bedeutende Keimentwicklung. Auch bei der von Schumburg vorgeschlagenen Desinfektionsmethode mit der der Alkoholwaschung folgenden Wasserstoffsuperoxydanwendung gestalteten sich die Resultate nicht günstiger. Allerdings verfügen wir nur über zwei derartige Versuche, bei denen aber keine weitere Keimverminderung erzielt wurde.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. An der Gebrauchshand finden sich regelmäßig eine Anzahl von Keimen, die nach den vorliegenden Versuchen meist nach Hunderttausenden zählen.

2. Durch einfaches Waschen mit heißem bezw. überheißem Wasser, Seifen und Bürsten läßt sich eine Keimverminderung äußerst selten herbeiführen; in fast allen Fällen ergab sich vielmehr eine erhebliche Keimvermehrung an den Händen nach dem Waschen.

3. Bei künstlich mit Reinkulturen frisch infizierten Händen ließ sich dagegen meist eine Verminderung auch durch Seifen erzielen.

4. Absolute Keimfreiheit der Hände ließ sich selbst durch die besten bisher bekannten Händedesinfektionsmethoden nicht immer sicher erreichen.

5. Die Versuche nach Ahlfeld (Tabelle II Nr. 1—8) ergaben im Durchschnitt eine Keimverminderung von 97,10 %.

6. Nach Fürbringers Methode wurde eine durchschnittliche Keimverminderung von 99,77 % erzielt, die selbst noch nach Neutralisation des Sublimats durch Schwefelammonium 99,53 % betrug.

7. In beiden Verfahren ist der Alkohol als das wirksame Prinzip der Keimverminderung anzusehen, wie auch die allein mit Alkohol angestellten Versuche beweisen. Die vorausgehende Seifenwaschung hatte eher eine Verschlechterung als eine Verbesserung der Resultate zur Folge.

8. Nach unseren Versuchen scheint der hochprozentige Alkohol in dieser Beziehung dem minderprozentigen (60 %) überlegen.

9. Gewöhnlicher Brennspiritus steht dem Spiritus rectificatissimus in der keimvermindernden Wirkung nicht nach.

10. Ebenfalls sehr gute Ergebnisse wurden mit der von Schumburg angegebenen Alkohol-Äther-Säuremischung erzielt. Indessen wurde die Schumburgsche Lösung von mehreren Versuchspersonen weniger gut vertragen, insofern als die Haut darnach eher spröde und rissig wurde als bei Waschung mit gewöhnlichem Alkohol. Auch hier wirkte eine vorherige Wasserwaschung oder Waschen mit Seife eher ungünstig.

12. Zusatz von Salpetersäure, Formalin, Aceton, Sublimat und Wasserstoffsuperoxyd zum Alkohol, die außerdem meist nur ein stärkeres Angreifen der Hände verursachten, brachten gleichfalls keine besseren Resultate.